~~Figs~~ 1.

434

BHS II C 89

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke Aktiengesellschaft
Bibliothek:
Gruppe II U
Nr. 89

Geognostischer Versuch

über

die Lagerung der Gebirgsarten

in beiden Erdhälften.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Geognostischer Versuch

über die

Lagerung der Gebirgsarten

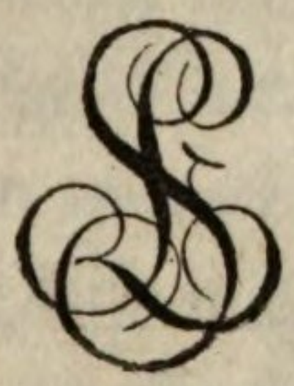
in beiden Erdhälften.

Von Alexander von Humboldt.

Deutsch bearbeitet

von

Karl Cäsar Ritter von Leonhard.



BIBLIOTHEK
DER K.B.GENERAL
BERGW.U.SALINEN
ADMINISTR.

Straßburg,

bei F. G. Levrault, königlichem Buchdrucker und Buchhändler.

1823.

BIBLIOTHEK
DER TECHNISCHEN
HOCHSCHULE
AACHEN

Vorwort.

Das Werk, welches ich den Gebirgsforschern zur Beurtheilung darlege, umfaßt gewissermaßen die ganze positive Geognosie. Wäre es mir gelungen, das vorgesteckte Ziel zu erreichen, so müßten die denkwürdigsten Erscheinungen der Ueberlagerung in beiden Erdhälften geboten, nordwärts und südwärts des Erdgleichers, sich darin verzeichnet finden und geordnet nach ihrer wechselseitigen Verkettung. Ich darf mir nicht schmeicheln, glücklich genug gewesen zu seyn, in so engem Rahmen diese große Vielartigkeit von Gegenständen zusammenzufassen; indessen habe ich die Hoffnung, meine Arbeit werde in gedoppelter Hinsicht nicht unwichtig seyn, indem sie eine bedeutende Menge Beobachtungen umfaßt, die bis jetzt noch nicht offenkundig geworden, und sodann einige allgemeine Ansichten über die Folge der Felsarten, welche als Begrenzende einer einfachen oder periodischen Reihe gelten.

Die Vergleichung der Gebirgs-Gesteine der alten Welt mit den Felsarten der Kordilleren der Andes, ist ausschließlich auf meine eigenen Untersuchungen begründet. Um mich zu verwahren gegen die Gefahr des ersten Eindrucks, oder gegen Irrthümer aus gewissen lehrmäßigen Vorurtheilen entspringend, habe ich in den letztern Monaten wiederholt alle Manuscripte durchlesen, die ich von meiner Reise mitgebracht; ich habe die Beschreibung mit den an Ort und Stelle gefertigten Durchschnitten und Seitenbildern der Berge verglichen. Nachdem die Gesammtheit geognostischer Beziehungen von mir war untersucht worden, verweilte ich bei dem, was ich als das am meisten Gewisse erachtet, oder bei dem Wahrscheinlichsten. Ueberall habe ich freimüthig dasjenige bemerkbar gemacht, was einer gründlichern Forschung bedarf. Ehe systematische Namen angewendet wurden

auf die Formationen der Andes, des Orinoko, des Amazonen-Stromes oder Neu-Spaniens, habe ich stets jene Formationen beschrieben nach ihren Beziehungen von Lagerung, Bestand und Struktur. Diese Weise, der ich immer treu geblieben, wird den Leser in den Stand setzen, leichter abzuurtheilen über den Grad von Vertrauen, welchen meine Bestimmungen verdienen. Ist man des Umstandes eingedenk, daß vor meiner Reise nach Aequinoktial-Amerika fast keine Felsart jener Gegenden bekannt geworden; daß ich in meinen Forschungen, die Ueberlagerungs-Verhältnisse betreffend, mich durch keine frühere Beobachtung geleitet sahe: so wird man, wie ich hoffe, weniger überrascht seyn, wenn nicht alle meine Beschreibungen gleich vollständig gefunden werden. Die Abschnitte, den verschiedenen Formationen gewidmet, haben nicht dieselbe Ausdehnung, wie solches sich ergeben mußte nach der mehr oder minder großen Zahl neuer Thatsachen, welche ich beizufügen vermochte.

Wie in meinen Untersuchungen über die isothermischen Linien; über die Geographie der Pflanzen, und über die Gesetze in der Vertheilung organischer Gestalten beobachtbar, so habe ich auch in diesem geognostischen Versuche darnach gestrebt, neben der Darlegung der Erscheinungen in ihren Einzelnheiten, die Ansichten zu verallgemeinern, und, auf solche Weise, der Lösung einiger großen Streitfragen der Natur-Philosophie näher zu treten. Ich habe mich vorzugsweise gestützt auf die Erscheinung des Wechsels der Formationen, ihres Schwankens und örtlichen Unterdrücktseyns; ferner auf jene, welche die gegenseitigen Uebergänge der Formationen, als Folge innerlicher Entwickelung, bieten. Diese Fragen sind keineswegs unbestimmte theoretische Grübeleien: weit entfernt, nicht fruchtbringend zu seyn, führen sie vielmehr zur Kenntniß der Naturgesetze. Es hieße die Wissenschaft herabwürdigen, wollte man ihr Vorschreiten ausschließlich abhän-

gig machen von der Zusammenstellung und von der Ergründung einzelner Erscheinungen.

Die Uebersicht der Lagerungs=Verhältnisse, welche ich gegenwärtig mittheile, ist seit vielen Jahren angekündigt gewesen. Das Mißtrauen, womit man längst erwartete Arbeiten dem Drucke übergibt, hätte vielleicht ihr Bekanntwerden noch verschoben, wäre ich nicht durch freundschaftliche Verpflichtung dazu gedrängt worden. Einer der achtbaren, nützlich wirkenden Männer, die, schon während ihrer Lebensdauer, den wohlverdienten Lohn ihrer Mitbürger erndten, Herr Levrault, Rektor der Straßburger Hochschule, wünschte mein Mitwirken an der großen literarischen Unternehmung, die von ihm den berühmten Professoren des königlichen Gartens anvertraut worden. Ihm gelang es leicht, den Widerwillen zu beseitigen, welchen ich stets gegen Arbeiten solcher Art gehegt. Ich versprach ihm, für sein Dictionnaire des sciences naturelles den Artikel: Geographie der Pflanzen, zu verfassen. Unvorhergesehene Hindernisse gestatteten mir nicht, jene Zusage zu lösen, und so wurde der besagte Artikel von Herrn De Candolle mit der seltenen Geschicklichkeit bearbeitet, wodurch alle Schriften dieses Gelehrten so vortheilhaft ausgezeichnet sind. Ich habe nur die Untersuchungen über die numerischen Beziehungen vegetabilischer Formen und über die Vertheilung dieser Gestalten in den verschiedenen Himmelsstrichen beigefügt. Um eine Art Ausgleichung zu bieten, übernahm ich die Ausarbeitung des Artikels Geognosie, der eine Zusammenstellung der Beschreibungen sämmtlicher Gebiete enthalten sollte: es ist dieser Artikel, der jetzt in besondern Abdrucke erscheint. Er hat ungefähr gleiche Ausdehnung mit dem Artikel Terrain, welchen ein trefflicher Gebirgsforscher, Herr von Bonnard, in dem von Herrn Determille herausgegebenen, weniger bändereichen, Dictionnaire d'histoire

naturelle geliefert hat. Man war der Meinung, es sey besser, die wichtigsten Thatsachen in ihrem natürlichen Verbande darzulegen, als vierzig einzelne Artikel für eben so viele selbstständige Formationen zu bestimmen.

Eine besondere Sorgfalt habe ich auf die Angabe der Oertlichkeiten verwendet, welche die wichtigsten Erscheinungen der Lagerungs-Verhältnisse beobachten lassen. Oft wurden von mir die Ergebnisse meiner barometrischen Messungen beigefügt, und wenn es sich handelte von Ländern, die uns nur nach mangelhaften Karten bekannt sind, findet man die Breiten angeführt, so, wie solche durch mich, während der Dauer meiner Wanderungen in den Kordilleren, vermittelst astronomischer Beobachtungen bestimmt wurden.

Am Schlusse der Arbeit habe ich die Grundsätze meiner geognostischen Pasigraphie dargelegt. Ich strebte zu beweisen, daß, vermöge sehr einfacher Bezeichnung, und mit Beiseitesetzung des Bestandes und der Struktur der Felsarten, man schnell die verwickeltesten Beziehungen der Lagerung angeben könne und die periodische Wiederkehr der Formationen. Diese Bezeichnungskunst, diese Gedrängtheit der Sprache, lassen die Einerleiheit der Erscheinungen erkennen, welche, verborgen durch zufällige Umstände, für den ersten Blick als sehr verschiedenartige gelten konnten. Die pasigraphische Bezeichnung, reihenweise fortschreitend, und fast eine algorithmische Methode bietend, ist mehr der Vervollkommnung fähig, als die bildliche Pasigraphie. Beide erachte ich von einiger Wichtigkeit für die Geognosie; denn es verhält sich mit dieser pasigraphischen Sprache, wie mit der Sprache überhaupt: die Klarheit der Begriffe nimmt zu in dem Maße als die Zeichen vervollkommnet werden, welche zum Ausdrucke derselben dienen.

Geognostischer Versuch

über

die Lagerung der Gebirgsarten.

Mit dem Ausdrucke Formation verbindet man, in geognostischer Beziehung, eine gedoppelte Bedeutung. Einmal wird darunter die Bildungsart eines Gebirgs-Gesteins verstanden: sodann ein System mineralischer Massen, welche auf solche Weise untereinander verbunden sich zeigen, daß man sie alle als gleichzeitig entstanden achten darf; daß sie, selbst in den fernsten Gegenden, die nämlichen allgemeinen Bedingnisse wahrnehmen lassen, was Lagerung und Bestand angeht. So schreibt man die Formation des Obsidians und des Basaltes der Wirkung unterirdischer Feuer zu; so sagt man: daß die Formation des Uebergangs-Thonschiefers den Kieselschiefer umschließe, den Chiastolith, den Zeichenschiefer, und wechselnde Lager von schwarzem Kalkstein und von Porphyr. Die erste Wort-Bedeutung ist dem Geiste der Sprache mehr gemäß; aber sie beziehet sich auf den Ursprung der Dinge, auf ein unsicheres Wissen, begründet auf geogonische Hypothesen, auf Wagesätze, die Erd-Entstehungs-Lehre betreffend. Der zweite Sinn jenes Ausdruckes, gegenwärtig allgemein angenommen von den Geognosten Frankreichs, ist entlehnt aus der berühmten Schule Werners; er beschränkt sich auf das, was ist, und befaßt sich nicht mit Voraussetzungen, wie es gewesen seyn könnte.

In einer geognostischen Schilderung der Erdfeste lassen sich verschiedene Grade des Gruppirtseyns mineralischer Substanzen erkennen, sowohl der gleichartigen als der ungleichartigen, je nachdem

man zu mehr allgemeinen Ideen sich erhebt. Die Felsarten, welche mit einander wechseln, die einander in der Regel begleiten und dieselben Beziehungen der Lagerung zeigen, setzen eine Formation zusammen; aus dem Verbundenseyn mehrerer Formationen wird ein Gebilde, ein Gebiet (terrain): allein die Worte Felsarten, Formationen und Gebilde werden in vielen geognostischen Werken als gleichbedeutend gebraucht.

Das Mannichfache der Felsarten und die gegenseitigen Lagerungs-Beziehungen der Schichten, die oxydirte Festrinde der Erde bildend, haben, seit ältester Zeit, die Aufmerksamkeit der Menschen angeregt. Ueberall, wo ein Grubenbau vorgerichtet war, auf ein Lager von Steinsalz, von Kohlen oder von Thon-Eisenstein, das sich überdeckt zeigte mit zahlreichen Gestein-Schichten anderer Natur, gestalteten sich mehr oder minder richtige Begriffe über das System der Felsarten einem nicht sehr gedehnten Gebiete eigen. Ausgerüstet mit solchen örtlichen Kenntnissen, erfüllt von Vorurtheilen, der Gewohnheit entsprungen, verbreiteten sich die Bergleute des Inlandes in nachbarliche Gegenden. Sie thaten, was heutiges Tages noch oft durch Geognosten geschieht; sie urtheilten über die Lagerung von Felsarten, der Natur nach ihnen nicht bekannt, nach unvollständigen Analogieen, nach beengten Ideen, erfaßt im heimischen Lande. Solcher Irrthum mußte nothwendig vom nachtheiligsten Einflusse seyn auf den Erfolg ihrer neuen Untersuchungen. Statt die Verbindung zweier zusammenhängender Gebilde zu erforschen, durch Verfolgung irgend einer allgemeinen verbreiteten Schicht; statt das, was ihrem Verstande sich eingeprägt hatte, gleichsam den Typus, das Urbild der Formationen, weiter auszudehnen, umfassender zu machen, achteten sie sich überzeugt, daß jedem Theilganzen der Erdfeste eine wesentlich verschiedenartige Beschaffenheit zustehe. Diese, aus sehr alter Zeit abstammende Volks-Meinung wurde, in einigen Landen, durch vorzüglich ausgezeichnete Gelehrte angenommen und unterstützt: aber, so wie die Geognosie sich erhob zur wissenschaftlichen Würde; wie die Kunst, die Natur zu erfragen, mehr und mehr sich vervollkommnet sahe, und Reisen, unternommen nach fernländischen

Gegenden, eine genauere Vergleichung der verschiedenartigen Gebilde boten, erkannte man große unabänderliche Gesetze in der Struktur des Erdganzen, und in der Auflagerungsweise der Felsarten. Jetzt zeigten sich, in der alten Welt wie in der neuen, die auffallendsten Uebereinstimmungen in den Verhältnissen von Lagerung und Bestand der Gebirgsarten, und von organischen Ueberresten umschlossen in Gesteinen gleichen Alters. Je vertrauter man wird mit Betrachtung der Formationen aus mehr allgemeinem Gesichtspunkte, um desto augenfälliger tritt die Einerleiheit derselben hervor.

Untersucht man die Festrinde der Erde, so zeigt sich sehr bald, daß einige der Substanzen, welche die Oryktognosie, die beschreibende Mineralogie, im Einzelnen kennen lehrt, in ständigen Verbindungen vorkommen, und daß diese Verbindungen, mit dem Namen zusammengesetzter, ungleichartiger Felsarten bezeichnet, nicht abweichen, wie die belebten Wesen, je nach dem Verschiedenen der Breiten, unter denen man sie findet.

Die Geognosten, von denen die weit entlegensten Gegenden durchwandert worden, haben nicht nur in beiden Erdhälften die meisten der sichtlich nicht gemengten Mineralkörper, Quarz, Feldspath, Glimmer, Granat, Hornblende, wieder gefunden: sie haben zugleich erkannt, daß die großen Massen der Berge fast überall dieselben Felsarten zeigen, die nämlichen krystallinischen Haufwerke von Quarz, Feldspath und Glimmer im Granit; von Glimmer, Quarz und Granaten im Glimmerschiefer; von Feldspath und Hornblende im Syenit. War man zuweilen der Ansicht, daß irgend ein Gestein ausschließlich einem Theil der Erde angehöre, so hat man stets, bei späterem Forschen, dasselbe wieder getroffen unter Himmelsstrichen sehr fern von den ersten Fundstätten. Man sieht sich veranlaßt zum Glauben, daß die Bildung der Felsarten unabhängig gewesen vom Verschiedenartigen der Klimate; daß sie vielleicht selbst älter ist als dieses [1]. Es herrscht Einerleiheit der Gebirgs-

---

1 Humboldt, Géographie des plantes, 1807, p. 115, und Vues des Cordillères, I.er vol., p. 122.

Gesteine da, wo die organischen Wesen am meisten abweichend sich zeigen.

Aber diese Einerleiheit der Zusammensetzung, die Uebereinstimmung, welche man wahrnimmt im Verbundenseyn gewisser sichtlich nicht gemengter Mineralien, könnte unabhängig seyn von den Analogieen, was die Stelle betrifft, die sie einnehmen unter den übrigen Gebirgs-Bildungen, desgleichen rücksichtlich der ihnen aufgelagerten Gesteine. Man könnte von den Eilanden des stillen Meeres, oder von der Kordillere der Anden, die nämlichen Felsarten gebracht haben, welche in Europa beobachtet worden, ohne daß man sich darum den Schluß erlauben dürfte, jene Gebirgs-Gesteine seyen in gleicher Lagerungsfolge aufeinander geschichtet; ohne daß man, nachdem eines derselben sich gezeigt, mit einiger Verläßigkeit sich veranlaßt sähe, vorherzusagen, welche andere Gebirgsarten außerdem in solchen Gegenden vorhanden seyen. Die Arbeiten der Geognosten, das Erforschen der Gesetze der unorganischen Natur beabsichtigend, müssen dahin gerichtet seyn, jene Analogieen in der Lagerung, in der Aufeinanderfolge darzuthun. Man ist bemüht gewesen, in der vorliegenden Schrift Alles zusammenzustellen, was bis jetzt Zuverlässiges bekannt geworden über die Lagerungsweise der Felsarten beider Kontinente nordwärts und südlich vom Erdgleicher. Diese Typen der Formationen werden nicht nur umfassender werden, sondern sich auch verschiedentlich beschränkt sehen, je mehr die Zahl der Reisenden zunimmt, geübt im geognostischen Beobachten, je mehr wir in ausführlichern Schilderungen einzelner, sehr von einander entlegener, Bezirke die getreusten Ergebnisse solcher gründlichen Forschungen erhalten.

Die Darlegung der Gesetze, erkannt in der Lagerungsfolge der Felsarten, muß als gründlichster Theil des geognostischen Wissens gelten. Unläugbar ist zwar daß die Beobachtung der Lagerungs-Bedingnisse nicht selten mit großen Schwierigkeiten verknüpft ist, zumal wenn man nicht zu den Berührungspunkten zweier nachbarlicher Formationen gelangen kann, oder wenn diese keine regelrechte Schichtung zeigen, oder wenn ihre Lagerung keine gleichförmige

ist, das heißt wenn die Schichten des obern jüngeren Gesteins denen des älteren, tiefer liegenden, nicht parallel sind. Aber diese Schwierigkeiten — und das ist einer der großen Vorzüge bei den Beobachtungen, welche einen bedeutenden Theil unseres Planeten umfassen — vermindern sich der Zahl nach, oder verschwinden gänzlich bei Vergleichung mehrerer sehr weit verbreiteter Gebilde. Die Lagerungsfolge, das relative Alter der Felsarten, sind Thatsachen, die unmittelbaren Beweis zulassen, so gut wie der organische Bau einer Pflanze, wie die Verhältnisse der Urstofftheile bei einer chemischen Zerlegung, wie die Erhabenheit eines Berges über der Meeresfläche. Die wahrhafte Geognosie lehrt die äußerliche Rinde der Weltfeste kennen, so, wie solche der gegenwärtigen Betrachtung geboten ist. Sie muß als nicht minder sicher gelten, wie die übrigen beschreibenden physikalischen Wissenschaften. Da hingegen Alles, was auf den vormaligen Zustand unserer Erde Bezug hat; Alles, was die Flüßigkeiten betrifft, jene angeblichen Lösungs-Mittel aller Mineral-Massen, die Meere, welche man bis zu den Gipfeln der Kordilleren emporhebt, um sie später wieder verschwinden zu lassen, so unsicher ist, als die Bildung der Atmosphäre von Planeten, als die Forschung über die Wanderungen der Pflanzen, oder jene über den Ursprung der verschiedenen Menschen-Racen. Indessen sind wir nicht weit hinaus über die Zeit, wo die Geologen vorzugsweise beschäftigt waren mit Lösung solcher fast unlösbaren Aufgaben, mit Deutung der fabelhaften Tage in der physikalischen Weltgeschichte.

Um die Grundsätze verständlicher zu machen, auf welche die Uebersicht der Lagerungsfolge der Felsarten sich stützt, mögen denselben einige Betrachtungen vorangehen, Ergebnisse des praktischen Studiums der verschiedenartigen Gebilde. Wir wiederholen die Bemerkung, daß es nicht leicht ist, die Grenzen einer Formation genau zu bezeichnen: der Jurakalk und der Alpenkalk, sehr getrennt in einer Gegend, stehen sich in einer andern scheinbar überaus nahe. Was die Unabhängigkeit einer Formation anzeigt, wie dieß sehr gut von Herrn von Buch bemerkt worden, ist das unmittelbare Aufgelagertseyn derselben auf Felsarten von

verschiedener Natur, welche folglich ohne Ausnahme als Erzeugnisse älteren Ursprungs gelten müssen. Der rothe Sandstein ist eine unabhängige Formation, denn er erscheint bald auf schwarzem Uebergangs-Kalkstein gelagert, bald auf Glimmerschiefer, bald auf ältestem Granit; aber in einer Gegend, wo die große Syenit- und Porphyr-Formation herrscht, wechseln beide Gebirgsarten stets miteinander. Daraus folgt, daß der Syenit abhängig ist vom Porphyr, indem er fast nirgends allein den Uebergangs-Thonschiefer bedeckt, oder den primitiven Gneiß. Die Unabhängigkeit der Formationen schließt übrigens auf keine Weise die Gleichförmigkeit der Lagerung, oder ihre Uebereinstimmung aus, wohl aber den oryktognostischen Uebergang zweier aufeinander gelagerter Formationen. Die Uebergangs-Gebilde haben oft dasselbe Streichen und Fallen, wie die Gebilde der Urzeit; und dennoch, wie genähert auch die Ursprungsfrist beider seyn möge, kann man daraus keinen Grund entnehmen, den Kohlenblende führenden Glimmerschiefer, oder die Grauwacke, wechselnd mit Porphyr, nicht als zwei Formationen zu betrachten, unabhängig von den Graniten und Gneissen, über welchen sie gelagert sind. Die Gleichförmigkeit der Lagerung kann keine Vorurtheile bedingen gegen die Unabhängigkeit der Formationen, das heißt, gegen das Recht, welches man hat, eine Felsart als deutliche Formation anzusprechen. Aus dem Grunde, weil unabhängige Formationen ohne Unterschied ihre Stelle einnehmen auf den ältesten Gebirgsarten — Kreide auf Granit, rother Sandstein auf primitivem Glimmerschiefer, — muß die Zusammenstellung einer großen Menge an den entferntesten Punkten beobachteter Thatsachen von höchster Wichtigkeit seyn für die Bestimmung des relativen Alters der Felsgesteine. Um den Zirkon-Syenit als Glied der Uebergangszeit zu erkennen, mußte man ihn haben ruhen sehen auf Formationen, jünger als die schwarzen, mit Orthoceratiten erfüllten Kalksteine. Die Beobachtungen, angestellt über die Porphyre und Syenite Ungarns von Herrn Beudant, einem der ausgezeichnetesten Geognosten unserer Zeit, können viel Licht verbreiten über die Formationen der Mexikanischen Anden. So läßt eine neue, in Indien

aufgefundene Pflanze die natürliche Verwandtschaft erkennen zwischen zweien Pflanzen-Geschlechtern des nördlichen Amerika.

Die Ordnung, welche in der Uebersicht der Formationen befolgt worden, ist jene der Lagerung und der gegenseitigen Reihenfolge der Felsarten. Ich behaupte nicht, daß diese Lagerung, diese Reihenfolge, in allen Gegenden der Erde beobachtet werden; ich gebe sie so, wie sie als am wahrscheinlichsten sich mir geboten haben, nach Vergleichung einer sehr zahlreichen Menge von mir gesammelter Thatsachen. Es ist der, noch sehr unvollkommene, Gedanke über das relative Alter, welcher mich bei dieser Arbeit leitete. Ich habe sie begonnen lange Zeit vor meiner Abreise nach den Kordilleren des neuen Kontinentes, schon im Jahr 1792, als, aus der Freiberger Schule kommend, ich Oberbergmeister und mit der Leitung des Bergbaues im Fichtelgebirge beauftragt war.

Dieselbe Felsart kann sich wandelbar zeigen rücksichtlich ihres Bestandes, wesentliche Theile können ihr entzogen seyn und neue Substanzen beigemengt erscheinen, ohne daß deshalb, in den Augen des Geognosten, welcher sich mit Betrachtung der Lagerungsfolge der Gebilde beschäftigt, jenem Gestein eine neue Benennung gebührt. Unter dem Aequator, wie im Norden Europas, verlieren die Bänke eines wahren Syenites ihren Hornblende-Gehalt, ohne daß die Masse dadurch zu einer andern Gebirgsart wird. Die Granite an den Ufern des Orinoko nehmen zuweilen Hornblende in ihr Gemenge, und hören darum nicht auf, primitive Granite zu seyn, obgleich sie nicht der frühesten, der ältesten Formation zugehören. Diese Thatsachen haben die bewährtesten Gebirgsforscher erkannt. Das wesentlichste Merkmal der Einerleiheit einer unabhängigen Formation ist ihre Lagerungs-Beziehung, die Stelle, welche sie einnimmt in der allgemeinen Reihe der Gebilde [1]. Aus diesem Grunde kann das einzelne Bruchstück einer Felsart, ein Musterstück, auf-

---

1 S. den klassischen Aufsatz des Herrn von **Buch**: über den Begriff einer Gebirgsart; im Magazin der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. Jahrg. 1810, S. 128 bis 133.

bewahrt in Sammlungen, nicht geognostisch bestimmt werden, das heißt, als Formation eine der zahlreichen Schichten bildend, woraus die Festrinde der Erde zusammengesetzt ist. Der Chiastolith; die Anhäufung von Kohlenstoff, oder die Nieren von dichtem Kalkstein im Thonschiefer; der Titanit und Epidot im Syenit, der, wechselnd mit Granit und Porphyr, vorkommt; die Trümmer-Gesteine (conglomérats ou poudingues), umschlossen von Kohlenblende führendem Glimmerschiefer, können zwar allerdings die Formationen der Uebergangszeit erkennen lassen: — desgleichen deuten, zu Folge der nützlichen Forschungen des Herrn Brongniart, sehr wohl erhaltene Muschel-Versteinerungen zuweilen mit Sicherheit diese oder jene Schicht aus der Flötzzeit an; — allein diese Fälle, in welchen man durch eingewachsene Fossilien, oder durch ausschließliche zoologische Kennzeichen geleitet wird, umfassen nur eine geringe Zahl von Gebirgsarten, und zwar meist solche, die neueren Ursprungs sind; oft führen selbst Beobachtungen der Art bloß zu verneinenden Ergebnissen. Die Merkmale, entlehnt von der Farbe des Korns und der kleinen Gänge von Kalkspath, welche in Kalk-Gebirgsarten aufsetzen; jene, welche Textur- und Glanz-Verhältnisse beim Thonschiefer angeben; Ansehn, und mehr und minder ausgezeichnete Biegungen der Glimmerblätter im Glimmerschiefer; endlich, Größe und Färbung der Feldspath-Krystalle im Granit, verschiedenen Formationen zuständig, können, wie Alles, was lediglich auf der äußerlichen Haltung (habitus) beruht, selbst den erfahrensten Beobachter irre leiten. Zwar ist es durchaus richtig, daß die weißen und schwarzen Farben-Nuanzen am häufigsten den Kalk der Ur- und Uebergangszeit unterscheiden; daß die Formation des Jura, zumal in den obern Schichten, in sehr dünne Lagen abgetheilt erscheint, die weißlich sind, matt und sehr flachmuschelig im Bruche: aber in den Uebergangs-Kalkgebirgen trifft man isolirte Massen, welche, durch Farbe und Bruch, sich den oryktognostischen Kennzeichen der Formation des Jura nähern, und südwärts von den Alpen finden sich Hügel, aus Gebirgsarten der Flötzzeit zusammengesetzt, wo derselbe Jurakalk, was das Ansehn betrifft, seine Aehnlichen hat in

Formationen über der Kreide gelagert, Kalksteine wie jene, deren man sich zu den lithographischen Arbeiten bedient. Wenn man vorzieht die Formationen durch Namen zu bezeichnen, ausschließlich entlehnt von ihren oryktognostischen Kennzeichen: so würden die verschiedenen Schichten einer gemengten Gebirgsart, besonders einer solchen, die bedeutend mächtig ist, und deren Streichungslinie man sehr weit verfolgen kann, gar häufig das Ansehn verschiedener Felsarten tragen, je nach den Stellen, von welchen die Handstücke genommen wurden. Hieraus folgt, daß Reihenfolgen von Gebirgs-Gesteinen, aufbewahrt in Sammlungen, nur in so fern eine geognostische Bestimmung zulassen, als man die Verhältnisse kennt, unter denen sie einander gegenseitig überlagern.

Bei Darlegung dieser Ansichten über die Bedeutung, welche mit dem Ausdrucke unabhängige Formationen verbunden seyn muß, wenn es sich um die übersichtliche Darstellung ihrer Lagerung handelt, bin ich sehr weit entfernt, die wesentlichen Dienste nicht anerkennen zu wollen, aus der sorgsamsten oryktognostischen Untersuchung, aus dem gründlichsten Studium des Bestandes gemengter Felsarten für die neuere Geognosie sich ergebend. Ungeachtet, nach den Entdeckungen des Herrn Haüy über die Innigkeit der Natur krystallisirter unorganischer Erzeugnisse, kein eigentlicher Uebergang Statt hat aus einer Mineral-Gattung in eine andere[1]: so zeigen sich dennoch die Uebergänge der Grundmassen, der Teige von Gebirgs-Gesteinen, nicht beschränkt auf jene Formationen, die im Allgemeinen mit dem Ausdruck gemengter Felsarten bezeichnet werden. Jene, welche als einfache Gesteine gelten, wie zum Beispiel die Kalke der Uebergangs- und Flötzzeit, sind zum Theil derbe Abänderungen mineralischer Gattungen, wovon auch ein regelvoll gestaltetes Urbild (type cristallisé) besteht; theils sind es Mengungen, Aggregate von Thon, Kohlenstoff, u. s. w., die durchaus keine scharfe Bestimmung zulassen. Auf die wechselnden Verhältnisse solcher fremdartiger Beimengungen ist der Uebergang der Kalkmergel in

1 Cordier, sur les roches volcaniques, p. 33. — Berzelius, nouv. syst. de minéral., p. 119.

andere schiefrige Formationen begründet [1]. Alle derben Teige von Felsarten, so gleichartig sie auch scheinen mögen für den ersten Anblick, wie die Grundmassen der Porphyre, der Euphotiden (Serpentine), der schwarzen problematischen Massen, welche die Basanite (Basalte) der Alten zusammensetzen, und die bei weitem nicht alle den mit Hornblende übermengten Grünsteinen angehören, gestatten eine mechanische Zerlegung. Herr Cordier hat, auf höchst sinnreiche Weise, jene Zerlegungsart bey den Diabasen (Ur- und Uebergangs-Grünsteinen) angewendet, bey den Doleriten (Flötz-Grünsteinen), und bey andern vulkanischen Erzeugnissen neuern Ursprungs. Auch die scheinbar kleinlichste oryktognostische Untersuchung darf dem Geognosten nicht gleichgültig seyn, der mit Erforschung des Alters der Formationen sich abgibt. Prüfungen solcher Art allein führen richtige Ansichten herbei, über das allmählige Vorschreiten, vermittelst dessen, durch innerliche Entwickelung, das heißt durch sehr langsame Aenderung, die Uebergänge bedingt werden aus einem Gebirgs-Gestein in ein anderes nachbarliches. Die Schiefer aus der Uebergangszeit, deren Struktur anfänglich sehr verschieden sich zeigt von jener der Porphyre, oder der Granite, bieten dem sorgsamen Betrachter die auffallendsten Beispiele von unmerklichen Uebergängen zu körnigen, porphyrartigen und granitischen Fels-Gesteinen. Zuerst eignen sich jene Schiefer eine grünliche Farbe an und erlangen höhere Härte-Grade. So wie nun der Teig mehr und mehr Hornblende-Theile aufnimmt, hat ein Uebergang Statt in jene trappartigen Hornblende-Gesteine, die vormals so häufig mit dem Basalte verwechselt wurden. Bei andern Massen entwickelt sich der Glimmer, der anfangs versteckt war im derben Teige; er scheidet sich aus in deutlichen Blättchen, in zierlichen Krystallen; gleichzeitig treten Feldspath und Quarz deutlich hervor; die Körner der Masse gewinnen mehr Ausdehnung in der Längen-Richtung: so bildet sich das Ganze um zu einem wahren Gneiße der Uebergangszeit. Nach und nach weichen die Körner ab von der gemeinsamen Richtung;

---

1 Haüy, Tableau comparatif de la cristallographie, p. XXVII, XXX.

die Krystalle gruppiren sich um mehrere Mittelpunkte; das Gestein wird zu Uebergangs-Granit, oder zu Uebergangs-Syenit. An andern Stellen entwickelt sich der Quarz allein mit höherer Deutlichkeit; er tritt häufiger auf, scheidet sich aus in kleinen gerundeten Massen, und so geht der Schiefer in die ausgezeichneteste Grauwacke über. An solchen unzweifelhaften Merkmalen weiß der Gebirgskundige, längere Zeit geübt im Betrachten der Natur, zum voraus die Nähe körniger, granitischer oder sandsteinartiger Gebirgs-Gesteine zu ahnen. Aehnliche Uebergänge kennt man, namentlich in der östlichen Schweitz, aus dem Glimmerschiefer der Urfrist in eine porphyrähnliche Felsart, so wie das Zurückschreiten jenes Gesteins zu Gneiß [1]. Allein nicht immer zeigen sich die Uebergänge so unmerklich, so allmählich vorschreitend; oft folgen verschiedenartige Felsarten einander plötzlich und auf sehr entschiedene Weise; häufig sind die Grenzen zwischen Schiefer, Porphyr und Syenit — wie unter andern in Mexiko, zwischen Guanaxuato und Ovexeras, — so ausgezeichnet und deutlich, wie jene zwischen Porphyr und Kalk: aber auch in solchem Falle deuten untergeordnete fremdartige Lager die geognostischen Beziehungen an, in welchen sie zu dem aufgelagerten Gesteine stehen. So zeigt der Granit aus der Uebergangszeit jene, der Syenit-Formation zugehörigen, basanitartigen Lager, indem er nach und nach hornblendeartig wird; so läßt derselbe Granit zuweilen Uebergänge wahrnehmen in Euphotid. [2]

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, daß die mechanische Zerlegung derber Felsarten-Teige, vermittelst Halb-Zerreibens und Schlemmens [3], zugleich aufklärt: 1) über die großen Krystalle,

---

1 S. die lichtvollen Entwickelungen in des Herrn v. Raumers Fragmenten, S. 10 u. 47; in des Hrn. v. Buch Reise von Glaris nach Chiavenna im Jahre 1803, abgedruckt im Magazin der Berliner Gesellschaft naturforschender Freunde, B. III, S. 115.

2 L. v. Buch, Reise durch Norwegen und Lappland, I Band, S. 138; II Band, S. 83.

3 Die erste folgenreiche Analyse der Art stellte Hr. Fleuriau de Bellevue an, Journ. de Physique, tome LI, p. 162.

welche einzeln auftreten, sich ausscheidend von den mykroskopischen Kryſtallen, mit dem Ganzen der Masse verflochten; 2) über die gegenseitigen Uebergänge verschiedener übereinander gelagerter Gesteine; 3) über die untergeordneten Lager, dieselbe Beschaffenheit zeigend, wie die Urstofftheile der derben Masse. Alle Erscheinungen dieser Art werden gewissermaßen durch innerliche Entwickelung bedingt; durch eine Veränderung, bald langsamer, bald sehr schnell eintretend, in den Bestandstoffen einer ungleichartigen Masse. Die kryſtallinischen, dem Auge nicht sichtbaren Massentheilchen nehmen an Umfang zu; sie scheiden sich schärfer ab vom mehr dichten Gewebe des Teiges; durch Zusammenhäufung und Mengung mit neuen Subſtanzen, werden sie allmählig zu untergeordneten Lagern von bedeutender Mächtigkeit: oft entstehen selbst neue Felsarten auf solche Weise.

Die untergeordneten Lager verdienen die sorgfältigste Beachtung.[1] Bei der unmittelbaren Folge zweier Formationen erscheinen die Lagen der einen zuerst wechselnd mit denen der andern, bis, nach diesen Vorspielen einer großen Aenderung, die jüngste Formation frei erscheint von jedem Gemenge untergeordneter Bänke[2]. Die vorschreitende Entwickelung der Elementar-Theile eines Gesteins kann folglich einen sehr entschiedenen Einfluß haben auf die Lagerung mineralischer Massen. Ihre Wirkungen gehören ins Gebiet der Geognosie; allein, um sie aufzufinden, um sie zu würdigen, muß der Beobachter vorzugsweise ausgerüstet seyn mit den gründlichsten Kenntnissen der Oryktognosie, namentlich mit jenen der neuern Kryſtallographie.

Durch diese Darlegung der innigen Beziehungen, vermöge welcher wir oft die Phänomene der Zusammensetzung, des Bestandes der Felsarten, im engen Verbande sehen mit den Erscheinungen der Lagerung, habe ich nicht beabsichtigt über jene rein oryktognostische

---

1 Leonhard, Kopp und Gärtner, Propädeutik der Mineral. 158.

2 L. v. Buch, Geognost. Beobacht. auf Reisen; I, 104, 156. Humboldt, Relation historique, tome II, p. 140.

Methode zu reden, welche die Gebirgsgesteine ausschließlich nach den Analogieen ihres Bestandes betrachtet[1]. Es ist diese die wahrhafte Klassifikationsweise, bei welcher man jede Rücksicht auf die Lagerungs-Verhältnisse unbeachtet läßt; sie führt zu wichtigen Betrachtungen über das Beständige in der Verbindung, im Zusammenseyn gewisser Mineralien. Solch eine rein oryktognostische Eintheilung der Felsarten vervielfältigt die Namen derselben mehr, als das Bedürfniß der Geognosie es verlangt, wenn sie allein auf die Lagerungs-Beziehungen Rücksicht nehmen wollte. Nach den mannichfachen Aenderungen, welche gemengte Gebirgs-Gesteine erfahren, kann dieselbe Schicht, bei beträchtlicher Ausdehnung und großer Mächtigkeit — wir erachten die Wiederholung dieser Bemerkung nicht für überflüssig — Substanzen umschließen, denen die Oryktognosie, die Fossilien ordnend nach ihrer Zusammensetzung, gänzlich verschiedene Benennungen beilegen wird. Diese Betrachtung ist dem gelehrten Begründer einer mineralogischen Klassifikationsweise der Felsarten nicht entgangen; sie mußte sich einem so erfahrnen Gebirgsforscher bieten, der alle von ihm durchwanderten Gegenden rücksichtlich der Lagerungs-Verhältnisse so gründlich untersucht hat.

« Allein, » sagt Herr Brongniart, in seiner neuen Abhandlung über die Lagerung der Ophiolite, » man darf die gegenseitigen La-
« gerungsstellen, die Folge in der Ueberlagerung der Gebilde, und
« der diese zusammensetzenden Felsarten, nicht verwechseln mit den
« rein mineralogischen (oryktognostischen) Beschreibungen. Eine Ver-
« wechselung der Art müßte nothwendig die Wissenschaft verwirren
« und sie in ihrem Vorschreiten hemmen. » Die Uebersicht, welche wir am Schlusse zu geben uns anschicken, soll keineswegs eine eigentliche Klassifikation der Felsarten seyn; man findet daselbst nicht einmal — wie in der alten geognostischen Methode Werners, oder in dem werthvollen Handbuche des Herrn d'Aubuisson[2], — alle primitiven Formationen des Granits, alle neuere Formationen des

---

1 A. Brongniart, Journ. des mines, tome XXXIV, p. 5 etc.

2 Traité de Géognosie; 2 vol. Strasbourg, 1819.

Sandsteines und des Kalkes in besonderen Abtheilungen. Im Gegentheil bin ich bemüht gewesen, jedem Gebirgs-Gesteine diejenige Stelle anzuweisen, welche ihm in der Natur zukommt, je nach der Lagerungs-Ordnung, oder nach dem Relativen seines Alters. Die verschiedenen Formationen des Granites sieht man unterbrochen durch Gneiß, Glimmerschiefer, Uebergangs-Kalk und Grauwacke. Bei dem Gebiete der Felsarten der Uebergangszeit wurden von der neuen Porphyr- und Zirkon-Syenit-Formation Skandinaviens, jene Formationen der Porphyre und Syenite aus Mexiko und Peru entfernt, welche älter sind als Grauwacke und Orthoceratiten-Kalk. Eben so hat man bei den Flötz-Felsarten, den Oolithen-Sandstein von Nebra, welcher jüngerer Entstehung ist als der Alpenkalk oder Zechstein, vom rothen Sandstein (Kohlen-Sandstein) geschieden, der als dem neuern Porphyr und Mandelstein gleichzeitig gelten muß. Dem befolgten Grundsatze gemäß, finden sich dieselben Benennungen zu wiederholten Malen in der Uebersicht. Ein Kohlenblende führender Glimmerschiefer (der Uebergangszeit) ist von dem, dem Urthonschiefer an Alter vorgehenden, Glimmerschiefer durch sehr zahlreiche ältere Formationen getrennt.

Statt einer Klassifikation der granitischen, schieferigen, kalkigen und sandsteinartigen Fels-Gesteine (roches arénacées, agrégées), habe ich eine Skizze der geognostischen Struktur der Erdfeste bieten wollen; ein Gemälde, in welchem die übereinander gelagerten Gebirgsarten so aufeinander folgen, aus der Tiefe nach der Höhe, wie in den von mir 1804, zum Behuf der Bergwerks-Schule zu Mexiko, gezeichneten idealen Durchschnitten, wovon, seit meiner Rückkehr nach Europa, viele Nachbildungen verbreitet wurden[1]. Diese pasigraphischen Bilder enthielten, neben meinen Beobachtungen in Amerika angestellt, sämmtliche auf dem alten Kontinente bis dahin über die Lagerungs-Verhältnisse der Ur-,

---

1 Bosquejo de una Pasigrafia geognostica, con tablas que enseñan la estratification y el parallelismo de las rocas en ambos continentes, para el uso del Real Seminario de Mineria de Mexico.

Uebergangs- und Flötz-Gebirgsarten bekannten Thatsachen; sie boten, neben dem Typus, welchen man als den allgemeinsten betrachten konnte, auch die sekundären Typen, das heißt, die Schichten, von mir mit dem Namen parallele bezeichnet. Dieselbe Weise habe ich bei der Arbeit befolgt, welche ich jetzt bekannt mache. Meine parallelen Formationen sind geognostische Aequivalente; es sind Felsarten, die einander gegenseitig vertreten[1]. In England, und auf dem gegenüber liegenden Europäischen Festlande herrscht keineswegs Einerleiheit aller Formationen: man findet häufig Stellvertreter, parallele Formationen. Die Formation der Kohlen, eingeschlossen zwischen dem Uebergangs-Gebilde und dem rothen Sandstein; jene des Steinsalzes, das auf dem Festlande seine Stelle im Alpenkalk (Zechstein) einnimmt; die Lagerung der Rogensteine im Sandsteine von Nebra und im Jurakalk, vermögen den Gebirgsforscher zu leiten im Wiederauffinden fernländischer Formationen. So sieht man in England die Kohlen (coal-mesures) ihre Stelle einnehmen auf Uebergangs-Formationen, zum Beispiel auf dem Kalkstein (mountain-limestone) von Derbyshire und South-Wales, und auf dem Uebergangs-Sandstein (old red sandstone) von Herfordshire. Im magnesian-limestone, im red-marl, lias und im weißen Rogenstein von Bath glaubte ich die vereinigten Formationen des Alpenkalks (mit Steinsalz) des Oolithen- (oder bunten) Sandsteins und des Jurakalkes zu erkennen. — Indem man die Formationen mehr oder minder entfernter Lande vergleicht, wie jene von England und Frankreich, von Mexiko und Ungarn, jene vom jüngern Becken der Santa-Fe de Bogota, und die in Thüringen, muß man nicht darauf bestehen, jedem Gesteine eine parallele Felsart gegenüber stellen zu wollen: man darf nie vergessen, daß eine einzige Formation mehrere andere vertreten kann. Auf solche Weise lassen sich, am Cap la Heve, unfern Caen in Frankreich, die unter der Kreide gelagerten Thonbänke sehr scharf und bestimmt trennen von den Rogenstein-Schichten, während

---

1 D'Aubuisson, Traité de Géognosie, tom. II, p. 265.

sie in der Schweiz, in Deutschland und im südlichen Amerika vertreten werden durch die, dem Jurakalk untergeordneten, Mergelbänke. Die Gypse, in einem Bezirke nichts als dem Alpenkalk oder dem bunten Sandstein (grès à oolithes) eingelagerte Schichten, gewinnen in einem andern Bezirke ganz das Ansehen unabhängiger Formationen; sie finden sich zwischen dem Alpenkalk und dem bunten Sandstein, oder zwischen dem bunten Sandstein und dem Muschelkalk (calcaire de Gœttingue). Herr Buckland, der gelehrte Professor aus Oxford, dessen ausgedehnte Forschungen den Geognosten Englands nicht minder großen Gewinn gebracht haben, als jenen des Festlandes, ist Verfasser einer neuerdings erschienenen Uebersicht paralleler Formationen, oder, wie er sie nennt, equivalents of rocks, welche zwar nur vom 44. bis zum 54. Grade nördlicher Breite sich erstreckt, aber dessen ungeachtet die höchste Aufmerksamkeit verdient.[1]

Wie es weniger schwierig ist, in der Geschichte alter Völkerschaften die Reihenfolge der Begebenheiten in jedem Lande auszumitteln, als ihr wechselweises Zusammenfallen zu ergründen: so wird man auch leichter und mit größerer Genauigkeit die Ueberlagerung der Formationen in abgeschlossenen Landschaften auszumitteln vermögen, als das beziehliche Alter (âge relatif), oder den Parallelism der Formationen, welche den verschiedenen Systemen der Felsarten zugehören. Selbst in minder von einander entfernten Gegenden, in Frankreich, in der Schweiz und in Deutschland, ist es nicht leicht, das beziehliche Alter des Muschelkalkes zu ergründen, der Molasse vom Argau und des Quader-Sandsteins im Harzgebirge, weil man in der Regel am häufigsten die ganz allgemein verbreiteten Felsarten vermißt, welche, nach dem glücklich ersonnenen Ausdrucke des Herrn Gruner, als geognostischer Horizont dienen, und denen man die drei genannten Formationen vergleichen könnte. Stehen die Gebirgs-Gesteine nicht in unmittelbarer Berührung, so läßt sich

---

1 On the structure of the Alps, and their relation with the rocks of England; 1821.

über ihren Parallelism nur nach den Alters-Beziehungen urtheilen, in welchen sie mit andern Formationen stehen, durch die sie verbunden werden.

Diese Untersuchungen vergleichender Geognosie werden noch für lange Zeit die Forschkraft der Gebirgs-Kundigen beschäftigen; und es ist keineswegs auffallend, daß diejenigen, welche glaubten, dieselbe Formation stets in der ganzen Einzelheit (Individualität) ihrer Lagerung wieder finden zu müssen, mit derselben innerlichen Struktur und den nämlichen untergeordneten Schichten, zuletzt jede Analogie der Lagerungsfolge abläugnen. Mir ist der große Vortheil geworden, daß ich, vor meiner Reise nach dem Aequator, einen beträchtlichen Theil von Deutschland, Frankreich, Helvetien, England, Italien, Polen und Spanien sehen konnte. Während jener Reisen war meine Aufmerksamkeit ganz besonders gerichtet auf die Lagerungsweise der Formationen; eine Erscheinung, welche ich in einem eigenen Werke abzuhandeln gedachte. Angelangt im südlichen Amerika, und in verschiedener Richtung den ausgedehnten Landstrich zwischen der Küstenkette von Venezuela und dem Amazonen-Becken durchwandernd, sahe ich mich auf's seltsamste überrascht durch das Uebereinstimmende in den Lagerungs-Verhältnissen beider Kontinente [1]. Spätere Beobachtungen, die Kordilleren von Mexiko, von Neu-Grenada, von Peru und Quito umfassend, vom 21sten Grad nördlicher bis zum 12ten Grade südlicher Breite, dienten zur Bestätigung jener frühern Ansicht. Der Typus der Formationen vergrößerte sich eher in meinen Augen, als daß seine wesentlichsten Theile irgend eine Aenderung erlitten hätten. Von den Uebereinstimmungen redend, welche die Lagerungsweise der Felsarten wahrnehmen läßt, und vom Gleichartigen jener Gesetze, durch die uns die Ordnung der Natur offenkundig wird, muß ich das Zeugniß des großen Gebirgs-Forschers anführen, dessen Arbeiten unser Wissen über die Struktur der Erdfeste am meisten gefördert haben: ein

---

1 S. meinen ersten Entwurf eines geognostischen Gemäldes von Amerika, im Journ. de Physique, tome LIII, p. 30.

Zeugniß, von weit höherer Bedeutsamkeit, als das meine. Herr Leopold von Buch hat seine Untersuchungen ausgedehnt vom Kanarischen Inselmeer bis jenseit des Polar-Kreises, bis zum 71sten Breitegrade. Durch ihn wurden neue Formationen aufgefunden, eingelagert in ältere, bereits bekannte; im Gebiete der Urzeit, wie in den sogenannten Uebergangs-Gebilden, in der Frist der Flötz-Erzeugnisse und in jener vulkanischer Felsgesteine, sahe er sich überrascht durch die großen Züge, das Bild der Formationen bezeichnend, selbst in den fernsten Erdstrichen.

Von der Zweifelsucht, jede Ordnung in der Lagerungsfolge der Felsarten abläugnend, muß die Meinung wohl unterschieden werden, welche, von Zeit zu Zeit, auch bei den erfahrensten Beobachtern wiederauflebt: der Glaube nämlich, daß die Formationen des Granit-Gneißes, der Grauwacke, des Alpenkalks und der Kreide, einander gleichförmig aufgelagert in gewissen Gegenden, unter sich keineswegs den Alters-Beziehungen der gleichartigen Urstofftheile jeder einzelnen Reihenfolge entsprächen. Man gestattet sich die Annahme, daß irgend eine Flötz-Gebirgsart auf einer Stelle der Erde gebildet worden seyn könne, während die Uebergangs-Gesteine auf einem andern Punkt ihren Bestand noch nicht gewonnen. Bei solcher Voraussetzung handelt es sich nicht um die granitischen Felsarten, einen mit Orthoceratiten erfüllten Kalk überdeckend, die folglich jüngeren Ursprungs seyn müssen, als die Gebilde eigentlicher Urzeit. Es ist eine heutiges Tages allgemein erkannte Thatsache, daß Formationen, gleichartig in Absicht auf ihre Zusammensetzung, sich in sehr von einander entfernten Zeitabschnitten wiederholt haben. Der Zweifel, dessen wir gedacht, ohne ihn selbst zu theilen, führt zu einem bei weitem weniger entschiedenen Satze, nämlich zur Frage: ob die Glimmerschiefer, in der Mitte primitiver Felsarten, unläugbar ruhend auf Gesteinen, das Zeugniß tragend, daß bei ihrer Bildung das organische Leben schon begonnen hatte sich zu zeigen, ob solche Glimmerschiefer als von neuerer Entstehung gelten müssen, wie die Flötzgebirgsarten anderer Gegenden. Ich gestehe, daß, in dem Theile der Erdfeste dessen Untersuchung mir vergönnt gewesen, ich nichts gefunden habe,

was jene Meinung zu bestätigen schien. Körnige syenitische Felsarten, zweimal, vielleicht dreimal wiederholt in den Gebilden der Ur- und Uebergangszeit (auch in jenen der Flötzzeit?), sind analoge Erscheinungen, mit welchen wir seit fünfzehn Jahren vertraut geworden; allein die Nichtübereinstimmung im Alter großer gleichnamiger Gebilde scheint mir bis dahin keineswegs erwiesen durch unmittelbare Beobachtungen, durch Beobachtungen angestellt an den Berührungs-Punkten aufgelagerter Formationen. Die Kreide, oder der Jurakalk, können hier unmittelbar auf dem ältesten Granite ruhen, und dort davon geschieden seyn durch zahlreiche Zwischenglieder aus dem Bereiche der Uebergangs- oder der Flötzzeit: solche sehr häufig bemerkbare Thatsachen beweisen nur ein Entziehen, eine Abwesenheit, eine Nichtentwickelung verschiedenartiger Mittelglieder in der geognostischen Reihenfolge. Die Grauwacke kann, an einer Stelle, ein feldspathiges Gestein unterteufen, zum Beispiel, den Uebergangs-Granit, oder den Zirkon-Syenit; an einem andern Punkte kann sie dem schwarzen, an Madreporen reichen, Kalkstein aufgesetzt erscheinen: solch eine Lagerungsart spricht nur für das Daseyn einer Grauwacken-Schicht zwischen dem Kalksteine und den feldspathigen Felsarten aus der Uebergangszeit. Seitdem, durch die wichtigen Forschungen der Herrn **Cuvier** und **Brongniart**, das tiefere Studium der fossilen Reste aus der Thier- und Pflanzenwelt ein neues Leben ausgebreitet im Wissen von jüngern Gebilden, mußte, durch das Auffinden derselben Versteinerungen in analogen Schichten sehr fernländischer Gegenden, der Glaube an den gleichen Zeitbestand sehr allgemein vorkommender Formationen noch wahrscheinlicher werden.

Jene Gleichdauer, jene wundersame Aufeinanderfolge allein, scheinen die Gegenstände, deren einigermaßen verlässiges Erkennen dem Menschen gestattet worden. Die Versuche mancher Geologen, im Sinne der hebräischen Weltschöpfungs-Urkunde, die Bildungs-Fristen bedingten Zeitmaßen zu unterwerfen, um auf solche Weise das Chronologische alterthümlicher Dichtungen vom Erdentstehen in Einklang zu bringen mit den Beobachtungen der Natur selbst,

konnten nur fruchtlos seyn. « Mehr als einmal », sagt Herr Ramond in seiner, an philosophischen Ansichten reichen Rede, « haben Denkmale der Natur unsern Jahrbüchern, bei ihrer kurzen « Dauer, zur Ergänzung dienen müssen. Der geschichtlichen Jahr- « hunderte sind zu viele verstrichen, als daß wir nicht hätten ein- « sehen lernen, wie die Folgen sinnlicher und moralischer Bege- « benheiten keineswegs geregelt werden nach dem gleichmäßigen « Verlaufe der Zeit, mithin auch dafür keinen Maßstab abgeben « können. Eine Reihe von Schöpfungen und Zerstörungen ist er- « kennbar in der Anordnung der Schichten woraus die Festrinde « der Erde besteht. Sie führen zum Glauben an eben so viele « bestimmte Zeiträume; aber diese Zeiträume, so ereignißreich, waren « vielleicht höchst kurz im Vergleich zu Zahl und zu Gewichtigem ihrer « Ergebnisse. Zwischen Werden und Untergehen sehen wir nichts, « wie unermeßlich auch der Abstand beider gewesen seyn möge. Da, « wo Alles sich verliert im Schwankenden einer unbestimmten Vor- « zeit, haben die Altersgrade keinen Werth, der eine Schätzung « zuließe; denn es gebricht der Folge der Erscheinungen an jedem « Maßstabe für die Zeit-Abtheilung. [1] »

Die ausführliche geognostische Schilderung eines Landstriches von geringer Verbreitung, wie zum Beispiel jene der Umgegend einer Stadt, wird die mannichfachen Schichten, die örtlichen Formationen zusammensetzend, nicht sorgsam genug auffassen und unterscheiden können. Die Bänke von Sand und Thon, die Abänderungen des Gypses, die Lagen von kalkigem Mergel und von Rogenstein, in England bezeichnet mit den Namen: Purbecks-Beds, Portland-Stone, Coral-Ray, Kelloway-Rock und Corn-Brash, erlangen in solchem Falle eine hohe Bedeutung. Sehr geringmächtige Schichten älterer und neuerer Flötzfelsarten, Haufwerke von sehr bezeichnenden Resten versteinter Organismen, haben dem Geognosten als Grenz- linie gedient. Man hat, vermittelst der Verbreitung jener Schichten, nach ihrem weitern Ausgedehntseyn, mit der einen oder der andern

---

1 Mémoires de l'Institut pour l'année 1815, p. 47.

von ihnen dasjenige in Verbindung zu bringen gewußt, was über oder unter denselben gelagert sich fand, in der Ordnung der allgemeinen Reihenfolge. Selbst die besonderen Benennungen, durch welche man Lagen der Art unterscheidet, bieten viele Vortheile in einer geognostischen Beschreibung, so seltsam und ungeeignet auch ihre Bedeutung seyn möge, oder ihr Ursprung, abgeleitet aus der Bergmanns-Sprache. So wie es sich aber handelt um die Lagerung der Fels-Gesteine über einem sehr weit gedehnten Raume, ist unumgänglich nothwendig, die Formationen, die gewohnten Verbindungen gewisser Schichten, aus mehr allgemeinem Gesichtspunkte aufzufassen. Dann muß man zurückhaltender und umsichtiger seyn in Unterscheidung der Gebirgsarten und in ihrer Benennung. Das Werk des Herrn **Freiesleben**, über die mehr als 700 Geviert-Meilen messende Ebene Sachsens[1], ist ein schönes Vorbild vereinigter örtlicher Beobachtungen und geognostischer Verallgemeinerungen. Diese Letztern, die Versuche, das Bild der Formationen zu vereinfachen, und nur bei großen bezeichnenden Zügen zu verweilen, werden sich mit mehr oder weniger Schüchternheit durchführen lassen, je nachdem man das Bett eines Flusses beschreibt, oder eine einzelne Landschaft, ein großes Reich, wie Deutschland oder Frankreich, oder ein ganzes Festland.

Je tiefer man das Studium der Gebilde ergründet, um desto auffallender wird das Verbundenseyn unter den Formationen, die zuerst als gänzlich von einander unabhängige sich darstellten: es offenbart sich durch die große Erscheinung der **Wechsel-Lagerung**, das heißt, der periodischen Folge der Schichten, welche Uebereinstimmung zeigen in ihrem Bestande, zuweilen selbst in gewissen versteinten Ueberbleibseln, die sie umschließen. So bilden in den Uebergangs-Gebirgen Amerikas, am Eingange der Ebene von Calabozo, die Schichten von Grünstein und Euphotid; in Sachsen, unfern Friedrichswalde und Maxen, die Alaun- und Zeichenschiefer, die

---

1 Geognostischer Beitrag zur Kenntniß des Kupferschiefer-Gebirges; 4 Theile, 1807 bis 1815.

Grauwacken, Porphyre, die schwarzgefärbten Kalke und die Grünsteine: alle diese genannten Felsarten bilden, nach ihrer öfteren und wiederholten Wechsel-Lagerung, eine und dieselbe Formation. Häufig trägt es sich zu, daß die untergeordneten Lager erst an der äußersten Grenze einer Formation erscheinen, das Ansehen einer unabhängigen Felsart sich zueignend. Der Kupferschiefer, in Thüringen auf Alpenkalk (Zechstein) ruhend, und der rothe Sandstein (rothes Todt-Liegendes), seit langen Jahrhunderten der Gegenstand eines wichtigen Grubenbaues, werden, in verschiedenen Theilen Mexikos, dann in Neu-Andalusien und in Süd-Bayern, durch häufige Schichten eines mergeligen Thones vertreten, die von Alpenkalk umschlossen und mehr oder weniger kohlenstoffreich sind. Aehnliche Verhältnisse rufen oft für den Gyps, für den Sandstein und für geringmächtige Bänke von Kalkstein den Anschein besonderer Formationen hervor. Man erkennt indessen ihre Abhängigkeit, oder ihr Untergeordnetseyn, durch ihre öftere Verbindung mit andern Felsarten, durch mangelnde Verbreitung und Mächtigkeit, oder durch ihr, nicht selten beobachtetes, gänzliches Verschwinden. Man darf nicht vergessen (und durch diese Thatsachen bin ich in beiden Erdhälften sehr überrascht worden), daß die großen Kalk-Formationen, wie zum Beispiel der Alpenkalk, ihren Sandstein besitzen, wie den sehr allgemein verbreiteten Sandsteinen eigene Kohlenlager zustehen. Schichten von Sandstein, von Kalkstein und von Gyps, sämmtlich nicht mächtig, bezeichnen, unter allen Himmelsstrichen, die Ablagerungen von Steinkohlen und von Steinsalz, oder von Salzthon: einzelne Ablagerungen, die am häufigsten nur von solchen kleinen örtlichen Formationen überdeckt erscheinen. Indem Betrachtungen der Art vernachläßigt worden, die jedem erfahrnen Gebirgskundigen stets gegenwärtig seyn sollten, hat man den Typus der großen unabhängigen Formationen viel zu verwickelt gemacht.

Das Phänomen der Wechsel-Lagerung offenbaret sich entweder örtlich dadurch, daß Felsarten zu mehreren Malen eine auf der andern ruhen, eine und dieselbe zusammengesetzte Formation aus-

machend, oder es ist erkennbar durch Betrachtung der Reihenfolgen von Formationen in ihrer Ganzheit. Grünsteine und Syenite, Schiefer und Kalksteine der Uebergangszeit, Lager von Kalk und von Mergel, wechseln unmittelbar mit einander, oder es ist ein ganzes System von Glimmerschiefer und körnigen Feldspath-Gesteinen (Granite, Gneiße und Syenite), das in der Mitte von Uebergangs-Gebilden sich darstellt, die Grauwacken und die Kalksteine mit Orthoceratiten vom gleichnamigen Systeme der Urzeit scheidend. Die erste Kenntniß dieser Thatsache, eine der wichtigsten und unerwartetsten in der neuern Geognosie, schuldet die Wissenschaft den schönen Beobachtungen der Herrn von Buch, Brochant und Hausmann. Durch dieses Phänomen tritt das Uebergangs-Gebirge dem Urgebirge näher, nicht in Beziehung auf die Zeit, oder auf das relative Alter, wohl aber rücksichtlich der Uebereinstimmungen in Bestand und Ansehn. Aus der Erscheinung, daß im Uebergangs-Gebirge körnige Gesteine, durchaus frei von organischen Resten, auf dichte Felsarten folgen, die solche Ueberbleibsel enthalten, haben berühmte Geognosten den Schluß ableiten zu können geglaubt, jener Wechsel muschelreicher und muschelleerer Gesteine dürfte sich wohl auch über die Gebiete ausdehnen, welche wir mit dem Namen der primitiven bezeichnen. Man hat nicht allein die Frage gestellt, ob Thon- und Glimmerschiefer und Gneiße jenen Graniten zur Unterlage dienten, die als die ältesten gelten; auch der Zweifel wurde angeregt, ob nicht Grauwacke und schwarzer Kalk mit Madreporen das Sohlen-Gestein derselben Granite ausmachen könnten. Dieser Ansicht zufolge würden die Ur- und Uebergangs-Felsarten nur ein einziges Gebilde zusammensetzen, und jene ließen sich betrachten, als umschlossen von einem Gebiete, neuer wie das Werden lebender Wesen, und eindringend bis zu unbekannten Tiefen ins Innere der Erde. Ich gestehe, daß bis jetzt keine unmittelbare Beobachtung angeführt werden konnte, diesen Voraussetzungen zur Seite stehend. Die Felsarten-Bruchstücke, welche ich als Einschlüsse steiniger Laven an den Vulkanen von Mexiko und Quito und am Vesuv gefunden habe, und die man als dem Tiefsten

entnommen gelten läßt, scheinen umgewandelten Graniten, Glimmerschiefern, Syeniten und körnigen Kalken anzugehören; keineswegs aber den Grauwacken, oder den Kalksteinen mit Madreporen.

In der Uebersicht der Gebirgsarten wurden die bekannten großen Abtheilungen in Gesteine der Ur-, Uebergangs- und Flötzzeit und des aufgeschwemmten Landes beibehalten. Die natürlichen Grenzen dieser vier Systeme der Gesteine sind gewisse Arten des Thonschiefers — Alaun- und Zeichenschiefer (thonschiefer avec ampélite), — und Kieselschiefer, im Wechsel mit dichtem Kalk und mit Grauwacke erscheinend, das Steinkohlen-Gebilde, und die Formationen, welche der Kreide unmittelbar folgen. Im Gebiete der Geognosie, wie in jenem der beschreibenden Pflanzenkunde, sind die Unterabtheilungen, die kleinen Gruppen der Geschlechter, schärfer bezeichnet, als die größeren Abtheilungen, die Klassen. Es ist dieß der Fall bei allen Wissenschaften, in welchen man von der Betrachtung des Einzelwesens zu den Gattungen sich erhebt, von Gattungen zu Geschlechtern, und von diesen zu noch höhern Graden. Eine Methode muß nothwendig gestützt seyn auf verschiedenartig abgestufte Sonderungen, und die Uebergänge werden um desto zahlreicher, je zusammengesetzter die Merkmale sich zeigen. Die Uebergangs-Gebilde Werners, welche am frühesten Herr von Buch mit dem ihm eigenen Scharfsinn begrenzt hat[1], sind durch den Thonschiefer, namentlich durch Alaun- und Zeichenschiefer, durch die Zirkon-Syenite, die, zuweilen Hornblende freien, Granite und durch die Glimmerschiefer den Gebilden der Urzeit verbunden, während sie, vermittelst der feinkörnigen Grauwacke und des dichten Madreporen-Kalkes, mit dem Flötz-Gebirge zusammenhängen.

Die Porphyre, sehr verschiedenartigen Formationen zugehörig, nehmen ihre Stelle vorzugsweise unter den Uebergangs-Gesteinen ein; aber sie treten gleichsam aus in beträchtlichen Massen ins Gebiet des Flötz-Gebirges, woselbst sie dem Kohlen-Sandstein sich anschließen, während sie, von einer andern Seite, ins ursprüngliche

---

1 Von Moll's, Jahrb. d. B. u. H., IIter B., S. 254.

Gebilde nur als untergeordnete, geringmächtige Lager eindringen. Die fortschreitende Bewegung (mouvement progressif), oder, wenn ich dieses ungeeigneten Ausdrucks mich bedienen darf, die verbreitete Schwingung (étendue de l'oscillation) des Serpentins und Euphotids, zeigt sich höchst verschiedenartig. Diese Diallagon-Felsarten, mehrere deutliche Formationen zusammensetzend, selten überdeckt, und von nicht leicht auszumittelnder Lagerung, halten sich fast stets an der untern Grenze der Flötz-Gebirgsarten; tiefer dringen sie wohl vor ins Gebirge der Urzeit, bis jenseit des Glimmerschiefers. Die Kreide dürfte eine natürliche Begrenzung abgeben für die neuern, zuerst durch die Herrn Cuvier und Brongniart beschriebenen Gebilde, die, mit allem Recht, als durchaus verschieden gelten von den jüngern Flötz-Gebirgsarten der Freiberger Schule.[1] Ueberrascht von den Beziehungen zwischen dem Schuttlande und den unterhalb der Kreide befindlichen Bänken, hat Herr Brongniart ganz kürzlich selbst vorgeschlagen, die jüngsten Glieder des Flötz-Gebirges mit dem Namen der obern Flötz-Gebilde zu bezeichnen.[2]

Die Unterscheidung der vier Gebilde, deren so eben gedacht worden, und von denen drei neuer sind als die Lebenwelt auf unserer Erdfeste, scheint mir nicht unwürdig beibehalten zu werden, ungeachtet der Uebergänge, die einige Formationen in andere wahrnehmen lassen, und trotz der Zweifel, die mehrere ausgezeichnete Geognosten, auf diese Uebergänge gestützt, angeregt haben. Die Eintheilung der Gebilde deutet große Zeit-Abschnitte an in der Natur: so zum Beispiel das erste Auftreten einiger Meeresthiere, Zoophyten, Mollusken, Cephalopoden, und die gleichzeitige Zerstörung einer ungeheuern Menge von Monocotyledonen; sie bietet dem forschenden Geiste gewisse Ruhepunkte; und, indem man stets im Auge behält, daß

---

1. Géographie min. des environs de Paris, p. 8 et 9.

2 Sur le gisement des ophiolithes; Paris, 1821, p. 37. Hierher auch die höchst wichtigen Auseinandersetzungen im Traité des roches, par M. de Bonnard, p. 138, 210 et 212.

die Formationen um Vieles wichtiger sind, als die großen Abschnitte, sieht man sich nicht selten veranlaßt, beim Herabsteigen von Hochgebirgen in Ebenen, den mannichfachen Einfluß zu erkennen, welchen die Gruppirung von Ur- und Uebergangs-Gesteinen, von Flötz-Felsarten und von Massen des aufgeschwemmten Landes, auf das Unebene, auf die ganze Gestaltung der Erdfläche geübt. Eine Folge dieses Einflusses ist, daß das Ansehn einer Landschaft, die Form von Bergen und Ebenen, der Charakter des Pflanzenwuchses, sich minder vielartig zeigen, wenn man dem Streichen der Schichten parallel reist, als wenn man sie unter rechtem Winkel durchschneidet.[1]

Ich fahre darum fort, den Herren von **Buch**, **Freiesleben**, **Brochant**, **Beudant**, **Buckland**, **Raumer**[2] und andern bewährten Gebirgskundigen folgend, die unabhängigen Formationen abzutheilen in Ur-, Uebergangs-, Flötz-Gebirge, u. s. w., ohne mich um das Ungeeignete der meisten dieser Benennungen zu kümmern. Ich sondere ferner den, der Kreide aufgelagerten, Thon (mit bituminösem Holze) von jenem, der unter diesem Gestein seine Stelle hat, und die Kreide selbst von den älteren Flötz-Formationen. Allein solche Abtheilungen nach Schichten, oder nach Gruppen von Schichten, so nutzvoll in der Schilderung eines Gebietes von geringer Ausdehnung, mußten den Geognosten nicht hindern, im Streben nach einem mehr allgemeinen Gesichtspunkte, Thon und Kreide dem Jurakalk zu verbinden, und sie als die letzte Schicht dieser großen Formation zu betrachten, gebildet aus kalkigen und mergeligen Lagen. Die unteren Bänke der Kreide (tuffeau) umschließen Ammoniten. Der Kalk des St. Petersberges bei Mästricht zeigt, wie schon die Herren **Omalius** und **Brongniart** beobachtet haben[3], den Uebergang der Kreide zu ältern Flötz-Kalksteinen. Unfern Caen findet man, nach den schönen Bemerkungen des Herrn **Prevost**, unterhalb der Kreide, Thon, das nämliche bituminöse Holz beherbergend, welches, in größerer Menge, auch in dem der Kreide

1 Greenough, crit. examinat. of Geology, p. 38.

2 Gebirge von Nieder-Schlesien, 1819.

3 Géographie minér., p. 13.

aufgelagerten Thon vorhanden ist; die Ceriten, an den Pariser Kalkstein (calcaire grossier de Paris) erinnernd, sind auch in einem Trigonieen-Kalk vorhanden, der seine Stelle einnimmt zwischen dem die Kreide unterteufenden Thon und dem Rogenstein. Ich lege keinen sehr hohen Werth auf diese besondere Thatsache; ich führe sie nur an, um, durch ein überraschendes Beispiel, den Beweis zu geben, wie, indem man die, auf verschiedenen Punkten desselben Landes beobachteten, Thatsachen einander näher bringt, das große Phänomen der Wechsel-Lagerung aus Verbindungen zwischen Formationen enthüllt wird, die, für den ersten Blick, fast nichts Gemeinsames zu haben schienen. Es ist den mit einander wechselnden Lagen eigenthümlich, so wie jenen, die sich folgen in periodischen Reihen, die auffallendsten Gegensätze wahrnehmen zu lassen, in zweien einander unmittelbar aufgelagerten Schichten. In der Geognosie, wie in den verschiedenen Zweigen der beschreibenden Naturgeschichte überhaupt, muß man den Vortheil der Klassifikationen erkennen, dieser verschiedenartig graduirten Abschnitte, ohne je die Einheit der Natur aus dem Auge zu verlieren. Auch haben diejenigen, von welchen die Naturphilosophie am meisten gefördert worden, stets neben dem Streben nach Verallgemeinerung, eine genaue Kenntniß vielfacher besonderer Thatsachen besessen.

In der Regel pflegt man die Reihen der Gebilde mit den vulkanischen Felsarten zu beschließen, und diese auf die Gesteine der Flötzzeit folgen zu lassen, selbst auf die Erzeugnisse des aufgeschwemmten Landes. Bei einer Darstellung, ausschließlich entworfen nach dem Gesetzlichen gegenseitiger Alters-Verhältnisse, schien mir ein solcher Brauch wenig diensam. Allerdings haben sich die steinigten Laven über die neuesten Formationen ausgebreitet, selbst über Lager von Geschieben und Gruß. Es ist nicht in Abrede zu stellen, daß die vulkanischen Gesteine aus verschiedenen Zeiträumen abstammen; aber nachdem, was mir vergönnt gewesen in den Kordilleren von Peru, von Quito und Mexiko zu beobachten, in einem Theile jenes, durch die Häufigkeit seiner Feuerberge so berühmten, Landes, scheint es mir, daß der Hauptsitz unterirdischer Feuer in den Felsarten der

Uebergangszeit sich befinde, und unterhalb derselben. Ich habe bemerkt, daß alle entzündete oder verlöschte Krater der Andes sich ihre Bahn mitten durch Trapp-Porphyre, oder Trachyte, gebrochen haben [1], und daß diese Trachyte in Verbindung stehen mit der großen Formation der Porphyre und Syenite der Uebergangs-Periode. Dieser Beobachtung zufolge habe ich es für naturgemäßer gehalten, die Flötz-Gesteine und die vulkanischen Felsarten einander parallel, gleichsam als im Doppel-Abschnitte, den Uebergangs-Gebilden anzureihen. Durch solch neue Ordnung sieht sich die Formation der Porphyre und der Grauwacken, oder jene der Porphyre, der Syenite und der Uebergangs-Granite, zugleich verbunden: 1) den Porphyren des rothen Sandsteins im Kohlen-Gebilde, und 2) den Trachyten, oder Trapp-Porphyren, die ohne Quarz sind, aber Augit eingemengt enthalten. Ungern bediene ich mich des Ausdrucks vulkanische Gebilde: keineswegs als zweifelte ich, wie jene, welche die Trachyte, die Basalte und die Phonolite (Porphyrschiefer) unter dem Namen Trapp-Gebilde begreifen, daß Alles, von mir darunter Zusammengestellte, nicht durch Feuer umgewandelt worden sey; wohl aber weil mehrere Felsarten, eingelagert zwischen Ur- (?), Uebergangs- und Flötz-Gesteinen, ebenfalls vulkanisirt seyn könnten. Zudem wollte ich jeden (geschichtlichen) Gedanken, den Ursprung der Dinge betreffend, vermeiden in einer (statistischen) Uebersicht der Lagerung oder des Aufgelagertseyns. Zu Skeen, in Norwegen, liegt ein basaltischer, blasiger Syenit, der Augite umschließt, nach der Beobachtung des Herrn von Buch, zwischen Uebergangskalk und Zirkon-Syenit. Es ist ein Lager, kein Gang (dyke), und die Erscheinung selbst um Vieles weniger dunkel, als der Basalt (Urgrünstein) [2] eingeschlossen im Glimmerschiefer von Krobsdorf in Schlesien. Die Trachyte mit Obsidian aus Mexiko sind den Por-

---

1 Berliner Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften; 1813, S. 131.

2 Buch's geognost. Beobacht., II Th., S. 124, und Raumer's Granit des Riesengebirges, S. 70.

phyren der Uebergangszeit innig verbunden, den Porphyren, die mit Syenit in wechselnder Lagerung erscheinen. Die Mandelsteine, dem rothen Sandstein zugehörig, gewinnen auf dem Festlande Europas und im nördlichen Amerika, ganz das Ansehn eines Mandelsteines der basaltischen Formation. Herr Boué[1] beschreibt Augit-Felsarten (Dolerite) umschlossen von rothem Sandstein. Ohne über den Ursprung dieser Massen urtheilen zu wollen, und im Allgemeinen, ohne abzusprechen über jene der Ur- und Uebergangs-Gesteine, bezeichnen wir hier, mit dem Ausdruck vulkanische Gebilde, die am wenigsten unterbrochene Reihenfolge der, durch Feuer umgewandelten, mehr und weniger veränderten Felsarten.

Bei Aufzählung der Gesteine habe ich mich der, von den Geognosten Deutschlands, Frankreichs, Englands und Italiens am häufigsten gebraucht werdenden Benennungen bedient; ich fürchtete, die Vervollkommnung der Formationen-Nomenklatur versuchend, neue Schwierigkeiten denen beizugesellen, welche das Erforschen der Lagerungs-Verhältnisse ohnehin schon mit sich verbindet. Sorgsam habe ich indessen manche, nur zu lange im Brauch gewesene, Ausdrücke vermieden, wie unterer und oberer (älterer und neuerer) Kalk; Gyps der ersten, zweiten und dritten Formation; alter und neuer rother Sandstein u. s. w. Solche Benennungen deuten allerdings einen wahrhaften, geognostischen Charakter an; sie stehen in Beziehung, nicht mit dem Bestande der Felsarten, wohl aber mit ihrem relativen Alter. Indessen, da der allgemeine Typus der Formationen Europas nicht gemodelt werden darf nach jenem eines einzelnen Bezirkes, so werden, durch die nothwendige Annahme paralleler Formationen — sich vertretender Gebirgsarten — die Ausdrücke: erster oder zweiter Gyps, alter oder mittlerer Sandstein, höchst schwankend und unklar. In diesem Lande kann man vollkommen berechtigt seyn, ein Lager von Gyps, oder von Sandstein, als eigenthümliche Formation zu betrachten, während dasselbe in einer andern Gegend als nachbarlichen Formationen un-

---

1 In seinem gehaltreichen Essai géologique sur l'Écosse, p. 126 — 162.

tergeordnet gelten muß. Die besten Benennungen sind ohne Widerrede die von den Fundstätten entlehnten, die geographischen Namen: sie erwecken höchst genaue Gedanken über die Auflagerung. Sagt man, irgend eine Formation sey übereinstimmend mit dem Porphyr von Christiania, mit dem lias von Dorsetshire, mit dem Sandstein von Nebra (bunter Sandstein), mit dem gröbern Kalk (calcaire grossier) von Paris, so bleibt dem unterrichteten Geognosten kein Zweifel über die Stelle, welche man der beschriebenen Formation anweisen will. Auf diese Art haben, wie durch schweigsames Uebereinkommen, die Ausdrücke: Zechstein aus Thüringen, Kalk von Derbyshire, Pariser Formation, ein Bürgerrecht erhalten in der mineralogischen Sprache. Sie rufen dem Gedächtniß einen Kalk zurück, der unmittelbar auf den rothen Kohlen-Sandstein folgt; einen Uebergangs-Kalk, unter dem Kohlen-Sandstein liegend; endlich Gebilde, neuer als die Kreide. Die einzige Schwierigkeit, die das Vielfache geographischer Benennungen mit sich verbindet, besteht in der Wahl der Ausdrücke und in dem Gewißheits-Grade, den man über die Lagerung, oder über das relative Alter der Felsarten erlangt hat, mit welchen man andere in Verbindung bringen will. Englische Geognosten suchen auf dem Festlande nach ihrem lias und ihrem red-marl; Deutsche Gebirgs-Forscher wollen ihren bunten Sandstein und ihren Muschelkalk finden. Im Geiste der Reisenden knüpfen sich an diese Worte lokale Erinnerungen. Es müssen folglich, um richtige Ansicht zu erwecken, genugsam allgemein bekannte Oertlichkeiten gewählt werden, und solche die berühmt sind, sey es durch den Bergbau, oder durch Beschreibungen.

Um die Wirkungen volksthümlicher Eitelkeit zu mindern, und die neuen Benennungen an Gegenstände von höherer Wichtigkeit zu knüpfen, hatte ich vor langer Zeit, 1795, die Ausdrücke Alpenkalk und Jurakalk vorgeschlagen. Ein Theil der Schweizerischen Hochalpen und die größere Hälfte des Jura sind allerdings aus jenen beiden Felsarten zusammengesetzt. Demungeachtet müßten, nach meiner Ansicht, die, heutiges Tages allgemein bräuchlichen, Namen

Alpenkalk (Zechstein) und Jurakalk, abgeändert, näher bestimmt, oder gänzlich aufgegeben werden. Die untern Schichten der Berge des Jura, erfüllt mit Gryphiten, gehören einer ältern Formation an, vielleicht dem Zechstein; und ein großer Theil des Kalkes der Alpen Helvetiens ist zuverlässig kein Zechstein, sondern, nach den Beobachtungen der Herren von Buch und Escher, Uebergangskalk. Es ist darum zweckgemäßer, die geographischen Benennungen der Felsarten zu entlehnen von den Namen einzelner Berge, deren sichtbare Masse durchaus nur einer Formation angehört, als solche, wie es durch mich mit Unrecht geschehen, ganzen Gebirgsketten nachzubilden. Ich hatte geglaubt, und viele Geognosten theilten diese Ansicht, der Jurakalk, der Höhlenkalk Frankens, sey, auf dem Festlande, allgemein abgesetzt über dem Sandstein von Nebra (bunter Sandstein), oder es liege derselbe zwischen diesem Sandstein und dem Zechstein. Spätere Forschungen haben den Beweis gegeben, daß der Name Jurakalk mit allem Rechte auf Gesteine übergetragen worden sehr weit entfernt von den Bergen der westlichen Schweiz, und daß die wahrhafte geognostische Stelle dieser Formation (insofern keine tiefer gelagerten Formationen fehlen) weit über dem Sandstein von Nebra ist, zwischen dem Muschelkalk, oder dem Quader-Sandstein und der Kreide. Ein geographischer Name, mit Recht angewendet zur Bezeichnung mehrerer ähnlichen Felsarten, leitet unsere Aufmerksamkeit auf das Uebereinstimmende ihrer Lagerung; allein die Stelle, welche gleichnamige Gesteine einnehmen müssen in der allgemeinen Reihenfolge, ist nur alsdann scharf bezeichnet, wenn die geographischen Benennungen gewählt wurden, nachdem man über die Lagerungs-Verhältnisse ein umfassendes sicheres Wissen erlangt. In solchem Fall finden sich die Geognosten noch, indem sie das relative Alter der Molasse vom Argau (Nagelflue) bestimmen, und jenes des Quader-Sandsteins von Pirna (weißer Sandstein des Herrn von Bonnard), zwei Felsarten sehr neuer Entstehung, die, jede für sich, überaus gründlich beobachtet worden, allein deren Beziehungen unter einander, so wie jene mit der Kreide und dem Jurakalk, erst seit ganz kurzer Zeit genugsam aufgeklärt

sind. Man kann darüber so ziemlich gewiß seyn, daß im neuen Kontinente mit der Molasse und dem Quader-Sandstein identische Felsarten beobachtet worden, ohne daß man deßhalb über ihre Beziehungen zu allen übrigen jüngeren Gesteinen abzusprechen sich erlauben dürfte. In Fällen, wo die Formationen einander nicht unmittelbar berühren, und nicht überdeckt erscheinen mit Gebilden, deren Lagerungs-Verhältniß bekannt ist, läßt sich von ihrem relativen Alter nur nach einfacher Analogie urtheilen.

Die geognostische Reihenfolge gestattet die Unterscheidung eines einfachen Zustandes im Gegensatz des zusammengesetzten. Jenem gehören die meisten Formationen der Urzeit an: die Granite, Gneiße, Glimmerschiefer, Thonschiefer, u. s. w. Den zusammengesetzten Zustand zeigen häufiger die Uebergangs-Gesteine: hier umfaßt jede Formation eine ganze Gruppe von Felsarten, die, in gewissen Abschnitten, mit einander wechseln. Nicht der Uebergangs-Kalk und die Grauwacke gehören dahin; diese bilden unabhängige, selbstständige Formationen: wohl aber die Verbindungen aus Thonschiefer, Grünstein und Grauwacke; aus Porphyr und Grauwacke; aus körnigem, mit Talk gemengtem Kalk (calcaire grenu stéatiteux) und aus Urfels-Trümmer-Gesteinen; aus Thonschiefer und schwarzem Kalkstein. Erscheinen Verbindungen der Art zusammengesetzt aus drei oder vier mit einander wechselnden Felsarten, so ist es schwierig, sie mit bezeichnenden Namen zu belegen; Namen, den ganzen Bestand der Gruppe andeutend, alle einzelnen Glieder der Reihe kenntlich machend. In solchem Falle erfaßt das Gedächtniß die Gruppe leichter, wenn man sich die Gesteine vergegenwärtigt, welche darin vorherrschen, ohne den nachbarlichen Gruppen ganz zu fehlen. So begreifen: ein körniger, mit Talk gemengter Kalk, die Formation der Tarantaise; die Grauwacke, die große Formation des Harzes und der Rheinufer; die hornblendereichen, aber fast quarzfreien, erzführenden Porphyre, die Formationen von Mexiko und von Ungarn. Erreichen die Erscheinungen der Wechsel-Lagerung und des Gruppirtseyns ihr Höchstes (maximum) in den Uebergangs-Gebilden, so sind jene Phänomene dennoch nicht gänzlich ausgeschlossen

aus dem Gebiete der Ur- und der Flötzzeit. In beiden letztern wird der einfache Zustand der geognostischen Reihe auch zugleich getroffen mit dem zusammengesetzten. Als Beispiel, aus der Flötzzeit entlehnt, möge der, auf dem Alpenkalk aufgelagerte, Sandstein (Sandstein von Nebra, bunter Sandstein) dienen, der ein Verbundenes ist aus mergeligem Thon, aus Sandstein und Rogenstein; der Kalkstein, den rothen Kohlen-Sandstein überdeckend (Alpenkalk, Zechstein), welcher eine minder ständige Verbindung von Kalkstein zeigt mit salzführendem Gyps und mit erdigem bituminösem Mergel (Asche der Mannsfelder Bergleute). Im Gebiete der Urzeit treffen wir die drei ältesten Glieder, einzeln, oder wechselnd zu zweien und zweien, je nachdem sie einander geognostisch näher stehen, vermöge ihres relativen Alters; oder alle drei lassen einen Wechsel wahrnehmen. Granit bildet zuweilen mit Gneiß, der Gneiß mit dem Glimmerschiefer ständige Verbindungen. In solchen Wechsel-Lagerungen sind eigenthümliche Gesetze ausgesprochen: man sieht (wie unter andern in Brasilien, und, obwohl minder deutlich, in der Kette des Küsten-Landes von Venezuela) Granit, Gneiß und Glimmerschiefer im dreifachen Verbande; einen mit Glimmerschiefer allein wechselnden Granit kenne ich jedoch nicht; nur der Gneiß und der Glimmerschiefer kommen, jede Felsart für sich, wechselnd mit Thonschiefer vor.

Solchen unter einander wechselnden Felsarten, die alle Unterschieds-Merkmale bewahren, was Bestand und Struktur betrifft, sind jene Gesteine nicht gleich zu achten, welche allmählig übergehen in die mit ihnen in unmittelbarer Berührung befindlichen, wie zum Beispiel die zwischen Gneiß und Thonschiefer schwankenden Glimmerschiefer; es ist dieß ein Gegenstand, der wohl aufgefaßt zu werden verdient. Herr d'Aubuisson hat schon längst gezeigt, wie nahe der Thonschiefer dem Glimmerschiefer steht, zufolge des Ergebnisses chemischer Zerlegung [1]. Der Thonschiefer hat zwar allerdings nicht

---

1 Journal de physique, tome LXVIII, p. 128; Traité de géognosie, tome II, p. 97.

den Metallglanz des Glimmerschiefers; er umschließt etwas weniger Kali und Kohlenstoff; die Kieselerde scheidet sich nicht aus in solchen Knauern, oder in dünnen Blätterlagen von Quarz, wie im Glimmerschiefer: aber es ist demungeachtet außer Zweifel, daß die Glimmerblättchen die hauptsächliche Grundlage des Thonschiefers ausmachen. Diese Blättchen sind so innig miteinander verschmolzen, daß das Auge ihr Gewebe nicht mehr zu unterscheiden vermag. Vielleicht gründet sich auf diese Innigkeit des Zusammengehäuftseyns der Umstand, daß Thonschiefer und Glimmerschiefer nicht wechselnd mit einander auftreten: denn in solchen Wechsel-Lagerungen scheint die Natur die Verbindung mehr fremdartiger Gebirgs-Gesteine zu begünstigen; oder, um bildlich zu reden, sie gefällt sich in Verbindungen, wo die wechselnden Felsarten große Gegensätze wahrnehmen lassen in Krystallisations-, Mengungs- und Farben-Verhältnissen. In Mexiko sah ich schwärzlichgrünen Grünstein zu tausend Malen mit röthlichweißem Syenit wechseln; der letztere reicher an Quarz als an Feldspath. Im Grünstein findet man Syenit-Gänge, und Grünstein-Gänge erscheinen im Syenit; aber keine der beiden Felsarten geht in die andere über [1]. Sie zeigen sich an den gegenseitigen Auflagerungsflächen so scharf begrenzt, so verschieden, wie die Porphyre mit Grauwacke oder mit Syenit wechselnd, wie die schwarzen Kalksteine mit dem Uebergangs-Thonschiefer wechselnd, und wie andere Gesteine, gänzlich abweichend von einander, was Bestand und Ansehn betrifft. Und, was noch mehr ist, wenn, unter den Gebilden der Urzeit, Gebirgsarten einander näherstehend, rücksichtlich der Natur ihrer Zusammensetzung, als in Betracht ihrer Struktur-Verhältnisse oder der Art ihres Verbundenseyns, wie zum Beispiel Granit und Gneiß, oder Gneiß und Glimmerschiefer, wenn solche Gesteine wechseln, so zeigen sie keineswegs das Streben gegenseitig in einander überzugehen, was bei ihnen wahrgenommen wird, wenn sie einzeln in nicht zusammengesetzten Formationen vorkommen. Im Vorhergehenden ist bereits bemerkt

---

1 Essai politique sur la Nouvelle Espagne, tome II, p. 523.

worden, daß oft eine Schicht β, häufiger auftretend in der Felsart α, dem reisenden Gebirgsforscher andeutet, daß der einfachen Formation α eine zusammengesetzte Formation folgen werde, in welcher α und β wechseln. Später trägt es sich zu, daß β mächtiger entwickelt wird; daß α nicht mehr ein wechselndes Gestein ist, sondern bloß eine der Felsart β untergeordnete Schicht, und daß β sich allein zeigt, bis, durch öfteres Erscheinen der Schicht γ, eine zusammengesetzte Formation von β wechselnd mit γ angekündigt wird. Man kann, an die Stelle jener Schriftzeichen, die Ausdrücke Granit, Gneiß und Glimmerschiefer setzen; oder Porphyr, Grauwacke und Syenit; oder Gyps, Mergel und Stinkkalk. Die gewählte pasigraphische Ausdrucksweise bietet den Vortheil der Verallgemeinerung der Aufgabe; sie entspricht besser den Bedürfnissen der geognostischen Philosophie, wovon ich hier die ersten Grundzüge zu entwickeln bemüht bin, in soweit diese in Verbindung stehen mit dem Studium der Ueberlagerung der Felsarten. Findet man nun nicht selten, daß zwischen einfachen Formationen, einander in der relativen Altersfolge sehr nahe stehend, z. B. zwischen den Formationen α, β, γ, zusammengesetzte Formationen, α β und β γ (das heißt; α wechselnd mit β, und β wechselnd mit γ), ihre Stelle eingenommen haben: so bemerkt man auch, wiewohl minder häufig, daß eine der Formationen (zum Beispiel α) so außerordentlich wächst an Mächtigkeit, daß sie die Formation β einschließt, und daß β, statt als unabhängige, selbstständige Felsart zu erscheinen, zwischen α und γ gelagert, nichts weiter ist als eine von α umschlossene Schicht. So umgiebt der rothe Sandstein in Nieder-Schlesien die Formationen des Zechsteins; denn der Kalkstein von Kunzendorf, reich an Fisch-Abdrücken und analog dem mit Fischen erfüllten Kupferschiefer Thüringens, ist durchaus umschlossen von Kohlen-Sandstein [1]. Herr **Beudant** [2] hat eine ähnliche Thatsache in Ungarn

---

1 **L. Buch**, Beobacht. Theil I, S. 104, 157, und Reise nach Norwegen, Theil I, S. 158; **Raumer**, Gebirge von Niederschlesien, S. 79.

2 Voyage minéralogique, tome III, p. 183.

wahrgenommen. In andern Gegenden, wie zum Beispiel in der Schweiz und an den äußersten Grenzen des südlichen Sachsens, verschwindet der rothe Sandstein gänzlich; denn er wird hier vertreten und gleichsam verdrängt durch eine unermeßliche Entwickelung von Grauwacke und von Alpenkalk [1]. Diese Erscheinungen des Wechsels und der ungleichartigen Entwickelung der Felsarten sind um so beachtungswerther, je mehr ihre Forschung aufzuklären vermag über manche scheinbare Abweichungen von dem Allgemein erkannten Typus der Auflagerung, ferner in so weit ihr Studium dazu diensam ist, die Lagerungsfolge, in sehr fernländischen Gegenden beobachtet, auf einen gemeinsamen Typus zurückzuführen.

Zur Bezeichnung der aus zweien, mit einander wechselnden, Felsarten zusammengesetzten Formation, habe ich im Allgemeinen die Ausdrücke: Granit und Gneiß, Syenit und Grünstein, den mehr gebräuchlichen Worten: Granit-Gneiß, Syenit-Grünstein vorgezogen. Ich fürchtete, daß die letztere Bezeichnungsweise aus wechselnden Felsarten verbundener Formationen mehr den Gedanken von Uebergängen aus Granit in Gneiß und von Syenit in Grünstein rege machen würde. Denn in der That, ein Geognost, dessen Arbeiten über die Trachyte Deutschlands nicht genug gewürdigt worden, Herr Nose, hatte bereits die Worte: Granit-Porphyr und Porphyr-Granit angewendet, um die Verschiedenheit von Struktur und Ansehn kenntlich zu machen; um die porphyrartigen Granite von den Porphyren zu scheiden, welche, durch Häufigkeit der dem Teige eingemengten Krystalle, eine Zusammenhäufungs-Struktur, ein wahrhaft granitisches Gefüge zeigen. Indem man die Benennungen Granit und Gneiß, Syenit und Porphyr, Grauwacke und Porphyr, Kalkstein und Thonschiefer wählt, bleibt kein Zweifel über die verbundenen Glieder einer geognostischen Reihe.

Unter den mannichfachen Beweisen für das Gleichartige der Formationen aus sehr entlegenen Theilen der Weltfeste, muß, als einer der redendsten, jener gelten, den die Thierkunde geboten; nämlich

---

1 Freiesleben, Kupferschiefer-Gebirge, IV Theil, S. 109.

die Uebereinstimmung organischer Körper, umschlossen in den Bänken von einerlei Lagerungs-Verhältniß. Die Nachforschungen, zu Beweis-Mitteln der Art führend, haben den Scharfsinn der Gelehrten sehr beschäftigt, seitdem die Herrn von Lamark und Defrance begonnen, die fossilen Muscheln der Pariser Umgegend zu bestimmen, und die Herrn Cuvier und Brongniart ihre denkwürdigen Arbeiten über die versteinten Gebeine und die jüngern Flötzgebilde bekannt machten. Da die größte Masse von Formationen, die Festrinde unseres Erdkörpers zusammensetzend, frei ist von solchen Ueberbleibseln einer frühern Thier- und Pflanzenwelt; da jene Reste in der Uebergangszeit nur äußerst sparsam auftreten, und in den sehr alten Flötz-Gesteinen oft zerbrochen sind und schwer lösbar von der Felsart: so umfaßt das gründlichere Erforschen der fossilen Wesen nur einen kleinen Theil der Geognosie, aber einen der Aufmerksamkeit des Denkers höchst wichtigen Theil. Die zur Lösung gebotenen Fragen sind zahlreich: sie stehen in Beziehung mit der Erdkunde von Thieren (géographie des animaux), deren Geschlechter als untergegangen gelten müssen, und die mithin schon der Geschichte unseres Planeten angehören; sie machen eine Untersuchung der zoologischen Merkmale nothwendig, vermittelst deren man verschiedene aufgelagerte Formationen unterscheiden will. Meiner Absicht getreu, in dieser Einleitung zur Schilderung der Felsarten die Gegenstände nur in ihrer größten Allgemeinheit zu betrachten, will ich der Fragen gedenken, die, bei gegenwärtigem Stande des Wissens, als die wichtigsten gelten dürften aus dem Gebiete der geognostischen Thierkunde, und deren Lösung mehr oder weniger folgenreich versucht worden. Welches sind die Geschlechter, und — in so fern der Zustand des Erhaltenseyns und ein schwaches Verband mit der felsigen Masse eine genauere Bestimmung gestatten — welches sind die Gattungen, denen fossile Reste angehören? Hat eine sorgsame Prüfung mit Sicherheit nachgewiesen, daß unter ihnen solche sich finden, den Pflanzen, den Thieren der heutigen Welt vollkommen gleich? In welchen Klassen, Ordnungen und Familien organischer Wesen treffen wir die meisten Uebereinstimmungen der Art?

In welchem Verhältnisse mehrt sich die Zahl identischer Geschlechter und Gattungen, so wie Felsschichten und Erdlagen neuer werden? Ist die beobachtete Ordnung in der Lagerungsfolge der Uebergangs-Gebilde, der ältern und neuern Flötz-Gebilde, so wie jener des Schuttlandes, allenthalben im Einklang mit der zunehmenden Uebereinstimmung, welche die Organisations-Typen zeigen? Folgen diese Typen einander aus der Tiefe und nach oben (von der Grauwacke und dem schwarzem Uebergangskalk, durch den Kohlen-Sandstein, den Alpen- und Jurakalk und die Kreide, in den neuern Flötzgyps, in die Süßwasser-Absätze und die jüngern Anschwemmungen), nach derselben Ordnung, die wir bei unsern naturhistorischen Systemen beobachten, indem wir die Wesen einander anreihen, je nachdem ihr Bau mehr und mehr verwickelt wird, und den Nahrungs-Werkzeugen andere Organen-Systeme sich beigesellt finden? Deutet die Vertheilung der versteinten Ueberbleibsel ein fortschreitendes Entwickeln an, im Pflanzen- und im thierischen Leben auf unserer Erde; ein allmähliges Erscheinen von Acotyledonen und Monocotyledonen, von Thierpflanzen (Zoophyten), Krustenthieren (Crustaceen), Weichthieren (Mollusken), Cephalopoden, Acephalen und Gasteropoden; von Fischen, eidechsenartigen Thieren (sauriens, quadrupèdes ovipares); von Dicotyledonen und von Säugthieren des Landes und der Meere? Zeigt sich, bei Betrachtung der fossilen Körper, nicht in Beziehung zu dieser oder jener Felsart, in welcher sie aufgefunden werden, sondern schlechthin aus dem Gesichtspunkte ihrer klimatischen Vertheilung, ein merkbarer Unterschied zwischen den Gattungen, die in der alten Welt herrschen, oder in der neuen, zwischen jenen gemäßigter Himmelsstriche und denen der heißen Zone, zwischen den Gattungen der südlichen und der nördlichen Erdhälfte? Kennt man eine gewisse Zahl tropischer Gattungen, die als allgemein verbreitet gelten müssen, aus denen der Beweis sich zu ergeben scheint, daß, unabhängig von der klimatischen Vertheilung ähnlich der gegenwärtigen, jene Thiere, deren Reste wir versteint finden, im jugendlichsten Weltalter die Wirkung der erhöhten Luftwärme empfunden haben, welche die, im Innern heftig erhitzte, geborstene Erdrinde

dem sie umgebenden Dunstkreise mittheilte? Ist man gewiß, durch unbezweifelte Kennzeichen die Süßwasser-Muscheln unterscheiden zu können von denen des Meeres? Reicht die Bestimmung des Geschlechtes hin? oder giebt es nicht (wie unter den Fischen) einige Geschlechter, deren Gattungen zugleich in Flüssen getroffen werden und im Meeres-Wasser? Steht der Beobachtung, daß in manchen neuern Felsarten, wie zum Beispiel an den Mündungen der Ströme, Fluß-Muscheln sich zugleich finden mit Meeres-Muscheln, nicht die allgemeine Thatsache entgegen, daß jene Gesteine zu den besondern Niederschlägen von sehr jugendlicher Entstehung gehören, durch welche Gebilde bezeichnet werden, deren sorgsames Erforschen bis dahin im Ganzen vernachlässigt worden? Hat man je, unterhalb des Jurakalks, nahe bei unbezweifelten Fluß-Fischen, im bituminösen Schiefer des Alpenkalkes, Süßwasser-Muscheln nachgewiesen? Werden die gleichnamigen Gattungen fossiler Körper an den verschiedensten Stellen der Erde in denselben Formationen getroffen? Bieten sie zoologische Merkmale um die verschiedenen aufgelagerten Formationen zu erkennen? Oder ist man nicht vielmehr zur Annahme befugt, daß Gattungen, welche, zufolge gangbarer Lehrweisen, der Thierkundige als gleichnamige anzusehen berechtigt ist, in mehreren Formationen erscheinen; daß sie selbst in solchen vorhanden sind, die außer jeder unmittelbaren Berührung sich befinden? Müssen die zoologischen Kennzeichen nicht entlehnt werden vom gänzlichen Mangel gewisser Gattungen, und von ihrer relativen Häufigkeit, von ihrem Vorherrschen, endlich von ihrer ständigen Verbindung mit einer gewissen Zahl anderer Gattungen? Darf man sich für berechtigt achten, eine Formation, deren Einheit erkannt worden aus den Lagerungs-Beziehungen und aus dem Gleichartigen der Schichten, die den tieferen so wie den oberen Lagen untergeordnet sind; darf man eine solche Formation abtheilen, trennen, aus dem einzigen Grunde, weil ihre ersten Schichten Süßwasser-Muscheln beherbergen, während die letztern Meeres-Muscheln einschließen? Kann die gänzliche Abwesenheit versteinter Organismen, in gewissen Massen der ältern und neuern Flötz-Gebilde, als zureichender Grund gelten,

um jene Massen für eigenthümliche Formationen zu nehmen, wenn andere geognostische Beziehungen eine solche Abscheidung nicht rechtfertigen ?

Ein Theil dieser Fragen hatte sich seit langer Zeit der Aufmerksamkeit der Naturforscher keineswegs entzogen. Schon Liſter hatte, vor mehr als einhundert und fünfzig Jahren, die Behauptung aufgestellt, daß jedes Gebirgs-Gestein durch verschiedenartige fossile Muscheln bezeichnet werde [1]. Um den Beweis zu führen, daß unsere Meeres- und Landsee-Muscheln wesentlich abweichen von den versteinten Muscheln (lapides sui generis), nimmt er an : « daß « letztere, wie zum Beispiel jene aus den Steinbrüchen von Northamptonshire, alle Kennzeichen von Murex , Tellina und Trochus « tragen ; aber daß Naturkundige , nicht gewohnt sich zu begnügen « mit einem allgemeinen, unbestimmten Ueberblick der Dinge, die « fossilen Muscheln wesentlich verschieden finden würden von allen « Muscheln der heutigen Lebenwelt. » Ungefähr gleichzeitig unterschied Stenon [2] zuerst „ die (uranfänglichen) Gebirgsarten, von früherer « Entstehung als Pflanzen und Thiere auf unserm Weltkörper, « folglich niemals organische Reste umschließend, und (Flötz-) Ge« steine, jenen ersten aufgelagert und reich an Ueberbleibseln der « Art (turbidi maris sedimenta sibi invicem imposita). » Er beachtete jede neuere Felsschicht « als einen Niederschlag, abgesetzt aus « wässerigem Lösungs-Mittel; » und, ein System darlegend, jenem von Deluc vollkommen ähnlich, « über die Bildung der Thäler « durch Senkungen, der Länge nach sich erstreckend und in der « Richtung der anfangs ohne Ausnahme wagerechten Schichten, » nimmt er, nach Art unserer neuern Geologen, für den Boden von Toskana, « sechs große Zeitabschnitte der Natur an (sex distinctæ « Etruriæ facies, ex præsenti facie Etruriæ collectæ), je « nachdem das Festland vom Meeres-Wasser fristenweise über-

---

1 Philos. transact., n.° 76, p. 2283.

2 De solido intra solidum contento, 1669, p. 2, 17, 28, 63, 69, fig. 20 — 25.

« schwemmt wurde, oder dieses zurücktrat in seine vormalige « Grenzen. » Zu jener Zeit, wo die Beobachtung der Natur in Italien die ersten Gedanken keimen ließ über das beziehlige Alter (âge relatif) und die Aufeinanderfolge von uranfänglichen und Flötz-Schichten, vermochten die Thierkunde und die Gebirgskunde einander noch keine gegenseitige Beihülfe zu leisten: denn dem Zoologen war die Kenntniß der Felsarten fremd, und der Geognost wußte nichts über die Naturgeschichte der Thiere. Man beschränkte sich mit oberflächlichen Ansichten; alles galt als gleichartig, was nur einige Formen-Aehnlichkeit zeigte: aber zu gleicher Zeit — und dieß führte einem besseren Ziele näher — beobachtete man die fossilen Körper, dem einen oder dem andern Gestein vorzugsweise zustehend. In diesem Sinne wurden die Ausdrücke: Gryphiten- und Trilobiten-Kalk, Kräuter- und Trilobiten-Schiefer, von den Mineralogen Deutschlands schon in alter Zeit angewendet. Die Bestimmung der Geschlechter, bezeichnet durch die Zähne, die Grübchen, die vorspringenden und gezackten Blätter des Schlosses, durch die Ausschnitte und Vorsprünge an der Oeffnung der Konchylie, ist um Vieles mißlicher in sehr alten Flötz-Gesteinen, als in den neueren Gebilden dieser Frist; denn jene zeigen sich in der Regel bei weitem weniger leicht zerreiblich und der Schaale des versteinten Wesens fester verbunden. Diese Schwierigkeiten nehmen zu, wenn es sich handelt um Bestimmung der Gattungen; sie werden fast unübersteiglich bei einigen Kalksteinen der Uebergangszeit und beim Muschelkalk, der zerbrochene Schaalthiere umschließt. Ließen sich die zoologischen Merkmale einer gewissen Zahl Formationen ableiten von, in hohem Grade ausgezeichneten, Geschlechtern; gehörten die Trilobiten und die Orthoceratiten nur dem Uebergangs-Gebirge an; wären die Gryphiten auf den Alpenkalk (Zechstein) beschränkt, die Pektiniten auf den bunten Sandstein (Sandstein von Nebra), die Trochiten und Mituliten auf den Muschelkalk, die Tellinen auf den Quader-Sandstein, die Ammoniten und Turitellen auf den Jurakalk und seine Mergelschichten, die Ananchyten-Seeigel und die Spatangen-Seeigel auf die Kreide, die Ceriten auf den Pariser-

Kalk (calcaire grossier): so würde die Kenntniß dieser Geschlechter eine höchst bequeme Beihülfe abgeben für die Bestimmung der Felsarten; man sähe sich der Untersuchung der Auflagerungs-Verhältnisse der Formationen an Ort und Stelle überhoben; man würde dieselbe auszumitteln vermögen ohne den Büchersaal zu verlassen, nur Sammlungen müßten zu Rath gezogen werden. Allein in solchem Grade hat die Natur das Studium der, die Festrinde der Erde bildenden Muschel-Massen, nicht erleichtert. Die nämlichen organischen Urbilder haben sich in sehr entfernten Zeiträumen wiederholt: dieselben Geschlechter finden sich in den abweichendsten Formationen wieder. Orthoceratiten werden im Uebergangs-Kalk getroffen, im Alpenkalk und im bunten Sandstein; den Terebratuliten begegnet man im Jurakalk und im Muschelkalk; die Trilobiten zeigen sich umschlossen von Uebergangs-Thonschiefer, von Kupferschiefer (bituminöser Mergelschiefer) und, nach den Beobachtungen des trefflichen Gebirgskundigen, Herrn von Schlotheim, selbst im Jurakalk; Pentakriniten werden im Thonschiefer der Uebergangszeit gefunden und im Muschelkalke jüngster Bildung. Die Ammoniten zeigen sich in vielen kalkigen und mergeligen Formationen, von der Grauwacke an[1] bis zu den untersten Schichten der Kreide. Monocotyledonen-Stämme giebt es im rothen Sandstein, wie im Mergel des Süßwasser-Gypses, abgesetzt zu einer Zeit, wo die Welt erfüllt war mit Dicotyledonen.

Jetzt, wo die Naturforscher nicht mehr verweilen bei schwankenden, ungewissen Begriffen, hat man mit Scharfsinn ausgemittelt, daß die größere Menge fossiler Körper (Gryphiten, Terebratuliten, Ammoniten, Trilobiten, u. s. w.), begraben in den Bänken verschiedener Formationen, keineswegs denselben Geschlechtern zugehören; daß eine bedeutsame Zahl von Gattungen, deren sorgliche Untersuchung vergönnt gewesen, wechselt, wie die übereinander gelagerten Felsarten. Die Fische, in dem Uebergangs-Schiefer (von Glaris) beobachtet, im Kupferschiefer, im Jurakalk, im neuern Te-

---

1 Von Raumer's Versuche, S. 22; von Schlotheim's Petrefactenkunde, S. 38.

riten-Kalk von Paris und von Monte-Bolca, so wie jene im Gypse von Montmartre, sind verschiedenen Gattungen zustehend, theils im Meere, theils in den Fluß-Wassern heimisch. Kann ein Zusammenfassen solcher Thatsachen zur Schlußfolge berechtigen: daß alle Formationen durch besondere Gattungen bezeichnet wurden; daß die versteinten Muscheln der Kreide, des Muschelkalks, des Jura- und des Alpenkalkes alle unter einander abweichen? Ich glaube, dieß hieße die Folgerung um Vieles zu weit hinaus führen; und Herr Brongniart selbst, so wohl vertraut mit dem Werthe zoologischer Merkmale, beschränkt ihre unbedingte Anwendung auf den Fall, « wo die Ueberlagerung (das Verhältniß der Lagerung) nicht « dagegen streitet. » Ich könnte die Ceriten des Kalkes (calcaire grossier) anführen, welche in der Nähe von Caen, unterhalb der Kreide vorkommen, und die, wie das Wiederholtseyn der Thone mit Braunkohle über und unter der Kreide, eine gewisse Verknüpfung andeuten zwischen Gebilden, welche für den ersten Blick sich gänzlich verschieden darstellen dürften. Ich könnte noch bei andern Muschel-Gattungen verweilen, die zugleich mehreren neuern Formationen angehören, und darauf aufmerksam machen, daß, wenn es in der Folgezeit gelingen sollte, vermittelst wenig in die Augen springender Merkmale, durch nicht wichtige Abstufungen, die Gattungen zu scheiden, welche man heutiges Tages als gleichnamige anspricht, durch das Zarte solcher Sonderungen selbst die, übrigens sehr wünschenswerthe, Allgemeinheit zoologischer Kennzeichen in geognostischer Beziehung nicht sehr gewinnen würde an Sicherheit. Eine andere Einrede, entnommen vom Einflusse, den die Klimate üben auf See-Geschöpfe, dürfte als noch bedeutungsvoller gelten. Ungeachtet die Meere, durch wohlbekannte physische Ursachen, in großer Tiefe, unter dem Aequator, wie in gemäßigten Himmelsstrichen, dieselbe Temperatur zeigen, so finden wir dennoch, bei der gegenwärtigen Beschaffenheit unseres Weltkörpers, die tropischen Muscheln (unter welchen die einschaaligen vorherrschen, wie bei den versteinten Schaalthieren) sehr abweichend von denen nördlicher Gegenden. Die größte Menge jener Thiere liebt die felsigen Gründe und die Untiefen:

daraus folgt, daß die spezifischen Unterschiede nicht selten unter demselben Himmelskreise auf den entgegenliegenden Küsten sehr auffallend sind. Wenn übrigens die nämlichen Formationen sich wiederholen und sich ausbreiten über unermeßliche Weiten, aus Osten nach Westen, vom Nord in Süd, aus einer Erdhälfte in die andere, ist es dann nicht glaubhaft, daß — welches auch die verwickelten Ursachen der vormaligen Luftwärme unseres Planeten gewesen seyn mögen — durch den Wechsel der Klimate, in früherer Zeit, wie heutiges Tages, die Urbilder (types) der Organisation geregelt worden, und daß eine und dieselbe Formation (das heißt eine und dieselbe Felsart in beiden Erdhälften gelagert zwischen gleichnamigen Formationen) sehr verschiedene Gattungen versteinerter Wesen hat umschließen können? Allerdings trägt es sich nicht selten zu, daß über einander gelagerte Schichten einen höchst überraschenden Gegensatz wahrnehmen lassen, hinsichtlich der fossilen Körper, welche sie beherbergen. Aber darf man sich deßhalb zum Schlusse bestimmt achten, daß, nachdem ein Niederschlag sich abgesetzt hatte, alle Wesen zu jener Zeit die Außenfläche der Erde bewohnend, wären vernichtet worden? Es ist unläugbar, daß die Erzeugungen verschiedenartiger Urbilder eine der andern gefolgt sind. Die Ammoniten, kaum bemerkbar unter den Gliedern der Uebergangszeit, erreichen ihr Höchstes (maximum) in jenen Bänken, durch welche, an verschiedenen Erdstellen, der Muschelkalk und Jurakalk vertreten worden: sie verschwinden in den obern Kreide-Schichten; sie finden sich nicht über dieser Formation. Die Echiniten, äußerst spärlich erscheinend im Alpenkalk und selbst im Muschelkalk, werden sehr gemein im Jurakalk, in der Kreide und in den Flötz-Gesteinen neuester Frist. Aber nichts spricht dafür, daß diese Folge der verschiedenen organischen Typen, diese graduirte Zerstörung von Geschlechtern und Gattungen, nothwendig zusammenfallen müsse mit den Bildungs-Zeiträumen jedes Gebietes. « Die Betrachtung des Aehnlichseyns, oder der Verschieden-« heit organischer Reste, » sagt Herr **Beudant**[1], « ist keineswegs

---

1 Voyage min., tome III, p. 278.

« von großer Bedeutung, sobald man das Lagerungs-Ganze sehr
« fernländischer Gegenden vergleicht: jene Betrachtung erhält im
« Gegentheil eine hohe Wichtigkeit, wenn es sich handelt um die
« Vergleichung einander sehr nahe gelegener Fels-Gebilde. »

Indem ich mich sonach erkläre gegen die zu unbedingten Folgeschlüsse, entnommen aus dem Werthe zoologischer Merkmale, bin ich weit entfernt, die wesentlichen Dienste in Abrede stellen zu wollen, welche das Studium fossiler Körper der Geognosie leistet, wenn man dieses Wissen aus philosophischem Standpunkte betrachtet. Die Geognosie beschränkt sich keineswegs auf andeutende (diagnostische) Kennzeichen; sie umfaßt das Ganze der Beziehungen, unter welchen jede Formation betrachtet werden kann, nämlich: 1) ihre Lagerung; 2) ihren oryktognostischen Bestand (das heißt das Chemische ihrer Zusammensetzung und die eigenthümliche mehr oder weniger krystallinische, Zusammenhäufungs-Weise der Massen-Theilchen; 3) die Verbindung verschiedenartiger organischer Wesen, deren Reste man darin begraben findet. Wenn die Ueberlagerung ungleichartiger Fels-Massen uns die allmälige Folge ihres Entstehens darlegt, aus welchen Gründen sollten wir nicht zugleich uns veranlaßt sehen, den Bestand der organischen Natur kennen zu lernen, in den verschiedenen Zeiträumen, wo jene Niederschläge gebildet wurden? Es ist außer Zweifel, daß, auf einem Flächenraum von mehreren tausend Geviert-Meilen (in Thüringen und im ganzen nördlichen Deutschland) neun über einander gelagerte Formationen, — Uebergangskalk, Grauwacke, rother Sandstein, Zechstein mit Kupferschiefer (Salz führender Gyps), Oolithen-Sandstein (Thon-Gyps), Muschelkalk und Quader-Sandstein (grès blanc) — deutlich erkannt werden konnten, ohne daß man dazu der Beihülfe zoologischer Merkmale bedürfte: allein daraus folgt keineswegs, daß das sorgsamste Auffassen jener Kennzeichen, oder, um richtiger zu sagen, das innigste Vertrautseyn mit den, in jeder dieser Formationen enthaltenen, Versteinerungen, nicht unumgänglich nothwendig wäre zum Entwurf eines vollständigen, wahrhaft geognostischen Gemäldes. Die Pflanzenkunde und die Thierkunde, heutiges Tages aus erhabenerm Standpunkte betrachtet, beschränken

sich nicht auf das Erforschen einiger äußerlicher Unterscheidungs-Merkmale; beide Wissenschaften streben die Gesammtheit der Pflanzen- und der thierischen Organisation zu ergründen. Die von der Gestalt der Muscheln entlehnten Kriterien reichen hin um die vielartigen Gattungen kopfloser Schaalthiere (Acéphales testacés) zu unterscheiden. Würde man deßhalb die Kenntniß der Thiere, der Bewohner jener Gehäuse, für nutzlos erachten? So spricht sich die Verknüpfung der Phänomene aus und das Zusammenhängende ihrer natürlichen Beziehungen (und nicht nur in der Lebenwelt, auch in den steinigen Massen gebildet zu verschiedenen Zeitfristen); so zeigt es sich, daß, indem einige jener Erscheinungen unbeachtet bleiben, man ein unvollständiges Bild erhält, und in den häufigsten Fällen selbst ein unrichtiges.

Bei Gleichartigem der Lagerung kann Einerleiheit der Massen vorhanden seyn, das heißt, des mineralischen Bestandes derselben, und Verschiedenheit rücksichtlich der Versteinerungen; oder es kann Abweichendes wahrgenommen werden in Betracht der Massen beim Gleichseyn fossiler Körper. Die Felsarten β und β', in weiter wagerechter Ferne zwischen zweien gleichnamigen Formationen α und γ gelagert, gehören entweder einer und derselben Formation an, oder es sind parallele Formationen. Im erstern Fall zeigt ihr mineralogischer Bestand Aehnlichkeit; aber bei dem Entlegenen der Orte, bei dem Ungleichen klimatischer Einwirkungen, kann in den von ihnen umschlossenen organischen Ueberbleibseln eine bedeutende Verschiedenheit wahrgenommen werden. Im zweiten Falle ist der mineralogische Bestand abweichend; aber die Reste aus der Thier- oder Pflanzenwelt können analog seyn. Ich denke, die Ausdrücke: identische Formation, parallele Formation, deuten das Gleichartige oder Ungleichartige des mineralogischen Bestandes an, ohne über die Einerleiheit der Versteinerungen irgend eine Vermuthung rege zu machen. Wenn es ziemlich glaubhaft ist, daß die Ablagerungen β und β' auf großen wagerechten Weiten zwischen demselben Gestein α und γ erscheinend, zu einer Zeit gebildet worden, weil sie, bei Gleichheit der Massen, dieselben Versteinerungen umschließen, so

folgt daraus keineswegs, daß die Bildungs-Zeiträume sehr entfernt von einander sind, wenn die fossilen Körper keine Uebereinstimmung zeigen. Es ist begreiflich, daß unter dem nämlichen Himmelsstriche, in einem Lande von geringer Verbreitung, die thierischen Schöpfungen auf einander gefolgt sind und, gleichsam mit eigenthümlichem Gepräge, die Zeiträume der Formationen bezeichnet haben; aber, bei großer wagerechter Entfernung, können, in verschiedenen Erdstrichen, thierische Wesen von sehr vielartiger Gestaltung gleichzeitig die Oberfläche des Planeten oder die Tiefen der Meere bewohnt haben. Und, was noch wichtiger, die Lagerung von β zwischen α und γ beweißt, daß die Formation β älter ist als γ und neuer als α; allein es gebricht uns gänzlich an einem Anhalten für das bestimmte Zeitmaaß des Abstandes zwischen den Grenz-Zeiten, und verschiedene (einzelne) Niederschläge von β können auch nicht gleichzeitig seyn.

Es scheint aus diesen Thatsachen — dem, seit wenig Jahren zusammengestellten, Ergebnisse des Forschungs-Eifers und des Scharfsinns Naturkundiger, — die Schlußfolge hervorzugehen, daß, wenn man auch nicht stets, wie Lister behauptete, erwarten darf, in jeder verschiedenen Formation andere Ueberbleibsel der Lebenwelt zu finden, dennoch am häufigsten die, nach ihren Lagerungs-Beziehungen und nach ihrem mineralogischen Bestande, als gleichartig erkennbaren Formationen nicht sehr entfernter Gegenden der Weltfeste Vereine von fossilen Gattungen enthalten, die einander vollkommen ähnlich sind. Herr Brongniart — dessen Arbeiten, verbunden mit jenen der Herrn Lamark, Defrance, Beudant, Demarest, Prevost, Feruſſac, Schlotheim, Wahlenberg, Buckland, Webster, Phillips, Greenough, Warburton, Sowerby, Brocchi, Soldani, Cortesi und anderer bewährter Mineralogen, die Kenntniß der unterirdischen Konchyliologie so sehr gefördert — hat ganz kürzlich die auffallenden Uebereinstimmungen dargethan, welche, rücksichtlich der versteinten Körper, gewisse Gegenden Europas mit jenen des nördlichen Amerika zeigen. Er suchte den Beweis zu führen, wie

eine Formation zuweilen in dem Grade unkenntlich seyn könne, daß ihre wahrhafte Natur sich allein durch zoologische Merkmale ausmitteln lasse [1]. Im Studium der Formationen, wie überhaupt im Gebiete aller beschreibenden physikalischen Wissenschaften, kann nur ein Zusammenfassen mehrerer Kennzeichen beim Aufsuchen der Wahrheit leiten. Die besondere vergleichungsweise Beschreibung der thierischen und der Pflanzen-Reste, vergraben in verschiedenartigen Gebieten, stellt uns gleichsam die Flora oder die Fauna derselben dar. Nun scheinen aber, in der ursprünglichen Welt, wie in der heutigen, Pflanzenleben und thierische Erzeugungen in den verschiedenen Theilen der Erdfeste weniger bezeichnet worden zu seyn durch diese oder jene Gestalten von außerordentlichem Ansehen, als vielmehr durch ein Verbundenes vieler Formen, wesentlich von einander abweichend, aber dennoch unter sich übereinstimmend, der großen Entfernung im Oertlichen ungeachtet. Würde ein unbekanntes Land entdeckt in der Nähe der Torres-Straße, so müßte, nach einer geringfügigen Zahl von Erzeugnissen, die Bestimmung sehr schwer fallen, ob jenes Land zu Neu-Holland zu zählen sey, oder zu einer der Moluckischen Inseln, oder zu Neu-Guinea. Wollte man Formationen vergleichen in Beziehung auf ihre Versteinerungen, so hieße dieß nichts mehr, als die Floren und die Faunen verschiedener Länder und verschiedener Zeiten vergleichen: die Lösung solcher Aufgaben müßte um so schwieriger und verwickelter werden, da Raum und Zeit zugleich einwirken auf Hervorbringung eines Verschiedenartigen.

Unter den zoologischen Merkmalen, die eine Anwendung gefunden in der Gebirgskunde, ist die Abwesenheit gewisser Versteinerungen nicht selten weit mehr bezeichnend, als ihr Vorhandenseyn. Dieß ist namentlich der Fall bei Uebergangs-Gesteinen: im Allgemeinen umschließen sie nur Madreporen, Enkriniten, Trilobiten, Orthoceratiten und Muscheln aus dem Geschlecht der Terebratuliten, das heißt, Versteinerungen wovon einige Gattungen, nicht dieselben, jedoch ähnliche, auch in den Schichten sehr jugendlicher Flötz-Ge-

---

1 Brongniart, Hist. nat. des crustacés fossiles, p. 57, 62.

birgsarten gefunden werden; aber jene Uebergangs-Gesteine sind frei von vielen andern Resten organischer Wesen, welche in Häufigkeit oberhalb des rothen Sandsteins vorkommen. Die Schlußfolge, abgeleitet aus dem Nichtvorhandenseyn gewisser Gattungen, oder aus der gänzlichen Abwesenheit fossiler Körper, kann indessen auch auf irriger Ansicht beruhen, und diese müssen wir hier etwas näher bezeichnen. Beobachtet man nämlich die Muscheln führenden Formationen im Großen, so zeigt sich, daß die Ueberbleibsel aus der Lebenwelt nicht immer gleichmäßig verbreitet sind durch das Ganze der Massen: sondern, 1) daß Schichten, durchaus frei von Versteinerungen, mit andern wechseln, welche überreich sind an fossilen Körpern; 2) daß in derselben Formation gewisse Schichten, wechselnd mit andern, die bestimmte Petrefacten führen, bezeichnet sind durch eigenthümliche Verbindungen versteinter Wesen. Diese, seit längerer Zeit erforschte, Thatsache findet sich im Muschelkalk und im Alpenkalk (Zechstein), welche häufig eine Trochiten-Schicht vom Kohlensandstein trennt [1]; auch dem Jurakalk und mehreren neueren Flötz-Formationen ist dieß Phänomen eigen. Beschäftigt man sich ausschließlich mit Untersuchung der Kreide aus der Pariser Umgegend, so könnte man fast zum Glauben verleitet werden, daß die einschaligen Muscheln dieser Formation gänzlich abgiengen, während, wie wir bereits erwähnt, die Ammoniten in England sehr gewöhnliche Erscheinungen sind in den ältesten Kreidebänken. Selbst in Frankreich — an der Küste Sainte-Catherine unfern Caen — zeigen verschiedene Kreide-Abänderungen, namentlich craie tuffau und craie chloritée, viele Versteinerungen, die in der weißen Kreide nicht vorkommen [2]. Da in verschiedenen Gegenden die Gebilde nicht auf gleiche Weise entwickelt worden, und man Bruchstücke von Formationen als ganz und vollständig gelten zu lassen berechtigt ist, so können diejenigen, welche in einem Landstrich versteinerungsfrei

---

1 V. Buch, Beobachtungen auf Reisen, 1ster Theil, S. 135, 146, 171.
2 Brongniart, Caractères zoologiques, p. 12.

erscheinen, in einem andern sich muschelreich darstellen. Diese Betrachtung ist wichtig, um dem ziemlich allgemeinen Streben, die Formationen zu sehr zu vervielfältigen, zu begegnen; denn, wenn auf einer Stelle der Erdfeste irgend ein Gebilde — zum Beispiel ein Sandstein — in seiner untern Hälfte fossile Körper umschließt in großer Häufigkeit, während die obere Hälfte frei davon ist, so wird dieser Umstand allein, die Abwesenheit der Versteinerungen, eine Theilung jenes Gebildes in zwei verschiedene Formationen keineswegs rechtfertigen. In der geognostischen Beschreibung der Pariser Umgegend hat Herr **Brongniart** sehr zweckmäßig die Mühlsteine (**meulières**) ohne Versteinerungen mit jenen vereinigt, welche von Süß-Wasser-Muscheln ganz durchdrungen sind.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß eine Formation, in ihren verschiedenen Schichten, wesentlich von einander abweichende Versteinerungen führen kann; bei weitem am häufigsten aber untermengen sich einige Gattungen der untern Schicht der großen Masse gleichnamiger Gattungen, welche man in der obern Schicht vereinigt findet. Hat dieß Abweichende in dem Grade Statt, daß Geschlechter von Meeres- und Süßwasser-Schaalthieren vorhanden sind, so wird die Aufgabe der Einheit und Untheilbarkeit einer Formation schwieriger lösbar. Zwei Fälle verlangen wesentlich unterschieden zu werden: jener, wo Flußmuscheln in geringerer Zahl einer großen Masse von Meeres-Schaalthieren untermengt sind; sodann der Fall, wo Meeres- und Flußmuscheln lagenweise abwechseln könnten. Die Herren **Gillet de Laumont** und **Beudant** haben interessante Beobachtungen angestellt über dieses Gemenge aus Meeres-Erzeugnissen mit solchen der süßen Wasser in einer und derselben Schicht. Durch scharfsinnige Versuche hat namentlich Herr **Beudant** dargethan, wie viele Fluß-Mollusken sich allmählig gewöhnen in einem Wasser zu leben, das die ganze Salzigkeit des Meeres hat. Derselbe Gelehrte untersuchte, gemeinschaftlich mit Herrn **Marcel de Serres**, gewisse Palludinen-Gattungen, welche, das Brackwasser liebend, sich in der Nähe unserer Küsten aufhalten, bald mit Seemuscheln, bald mit

Flußmuscheln [1]. Diesen denkwürdigen Thatsachen treten andere zur Seite, welche ich in meinem Reise-Bericht bekannt gemacht habe, [2] und die, vermittelst uns vergönnter Beobachtungen, zu erklären scheinen, wie es vordem zugegangen auf unserer Weltfeste. Am Gestade des Festlandes, zwischen Cumana uud Nueva-Barcelona, sah ich Krokodile weit ins Meer sich bewegen. Pigafetta hat das Nämliche bemerkt bei den Krokodilen von Borneo. Südwärts vom Eilande Cuba, im Meerbusen von Xagua, gibt es Seekühe (lamantins) im Meere, an einer Stelle, wo mitten im salzigen Wasser Süßwasser-Quellen entspringen. Ueberdenkt man die Gesammtheit dieser Thatsachen, so findet man sich weniger überrascht vom Gemenge einiger Erzeugnisse des Landes mit vielen unzweifelhaften Meeres-Produktionen. Der zweite unter den angedeuteten Fällen, jener des lagenweisen Wechsels, hat sich bis jetzt, meines Wissens, nicht entschiedener gezeigt, als beim Wechsel von Thonschiefer und von schwarzem Kalk in demselben Uebergangs-Gebilde, oder — um eine Thatsache wiederholt aufzuführen, die in Beziehung steht mit der Vertheilung organischer Körper — des Wechsels zweier großen Meeres-Formationen, des Ceriten-Kalkes und des Sandsteines von Romainville, mit zweien großen Süßwasser-Formationen, mit Gyps und Mühlstein (meulière) des Plateau von Montmorency. Was die sorgsame Beachtung der Ueberlagerungen bis jetzt dargethan, beschränkt sich auf wechselnde Lagen von Gyps und Mergel, eine Stelle einnehmend zwischen zweien Meeres-Formationen, und, im Mittel ihrer größern Masse, Landes- und Süßwasser-Erzeugnisse umschließend, nach der obern und untern Grenze aber, wie im Gyps, so im Mergel, Reste von See-Geschöpfen: dieß ist unter andern der geognostische Bestand des Gypses vom Montmartre. Die spezifische Abwechselung in den Versteine-

---

1 Journal de physique, tome LXXXIII, p. 137; tome LXXXVIII, p. 211. Brongniart, Géogr. min., p. 27, 54, 89.

2 Voyage aux régions équinoxiales, tome I.er, p. 535, et tome II, p. 606.

rungen, ihr zu Pierrelaie beobachtetes Gemengtseyn, und die Erscheinung des Wechsels am Montmartre bemerkt, reichen nicht hin um eine und dieselbe Formation zu trennen. Mergel und Gyps, Meeres-Muscheln umschließend [1], können nicht geognostisch geschieden werden von jenem Mergel und Gyps, der Erzeugnisse des süßen Wassers enthält. Auch haben die Herren **Cuvier** und **Brongniart** nicht angestanden, die Gesammtheit dieser Mergel und Gypse, des Meeres sowohl als der Süßwasser, einem Gebilde beizuzählen. Jene Gelehrten haben selbst das Verbundenseyn der wechselnden Lagen als eines der sprechendsten Beispiele von dem aufgeführt, was unter dem Ausdrucke Formation zu verstehen sey. [2] Und in der That, in einem und demselben Gebilde können verschiedene Lager-Systeme eingeschlossen seyn; es sind Gruppen, Unter-Abtheilungen, oder, wie die Geognosten der Freiberger Schule sich auszudrücken pflegen, mehr und weniger entwickelte Glieder einer Formation. [3]

Ungeachtet des Gemengtseyns von Meeres- und Flußmuscheln, die zuweilen an den Berührungs-Stellen zweier Formationen verschiedenen Ursprunges beobachtet werden, kann man die eine dieser Formationen mit dem Ausdrucke Meereskalk oder Meeres-Sandstein bezeichnen, in so fern man die Benennung der Felsarten nur von den Gattungen ableiten will, welche die größte Masse ausmachen und namentlich das Mittlere der Lagen bilden helfen. Eine solche Kunstsprache ruft eine Thatsache zurück, welche gewissermassen eine geognostische Beziehung hat; eine Beziehung, die mit der alterthümlichen Geschichte unseres Weltkörpers verknüpft ist: sie bestimmt, und vielleicht etwas zu scharf, den Wechsel süßer und salziger Wasser. Ich widerstreite keineswegs das Nützliche der Benennungen Meeres-Sandstein oder Meereskalk zum Behufe örtlicher Beschreibungen;

---

1 Nro. 26 der dritten Masse.

2 Géographie minér., p. 31, 39, 189.

3 **Freiesleben**, Beitrag zur Kenntniß des Kupferschiefer-Gebirges, Ister Theil, S. 17; IIIter Theil, S. 1.

allein nach den Grundsätzen, die ich angenommen bei Aufstellung einer allgemeinen Uebersicht der Formationen, bezeichnet nach der Stelle, welche ihnen angewiesen als Glieder einer Reihe, glaubte ich solche Ausdrücke mit Sorgfalt meiden zu müssen. Sind alle Gebilde unterhalb der Kreide und selbst unterhalb des Ceriten-Kalksteins (calcaire grossier du bassin de Paris) ohne Ausnahme Meereskalk und Meeres-Sandstein? Beweisen die Monitors und die Fische im Kupferschiefer des Thüringischen Alpenkalkes, die Ichthyosauren des Herrn Home, unterhalb der Rogensteine von Oxford und von Bath sich findend im Englischen lyas (der auf dem Festlande durch einen Theil des Jurakalkes vertreten wird); beweisen die Krokodile von Honfleur, begraben in, mit Kalkbänken über den Rogensteinen von Dive und über dem Kalke von Isigny vorkommenden (folglich früher, als der Jurakalk, gelagerten), Thonschichten, beweisen sie, daß schon unterhalb der Kreide, zwischen diesem Gebilde und dem rothen Sandstein, kleine Süßwasser-Formationen den großen Meeres-Formationen eingeschaltet wurden? Bieten nicht die Steinkohlen mit Farren unter dem rothen Sandstein und unter dem neuen Porphyr ein höchst auffallendes Beispiel von sehr alter, nicht meerischer Formation? Solche Verhältnisse verlangen, bei gegenwärtigem Stande des Wissens, viel Rückhalt, wenn man es unternimmt, nach rein zoologischen Merkmalen Gebilde zu trennen, deren Einheit scheinbar dargethan gewesen durch einen Wechsel derselben Schichten und durch andere Lagerungs-Phänomene[1]. Jener Rückhalt ist um so nothwendiger als, nach dem Zeugnisse eines mit der Sache wohlvertrauten Forschers, des Herrn Brongniart, « eine Art Ueber-
« gang besteht zwischen der Formation des Meereskalkes und des,
« dieser Felsart folgenden, Süßwasser-Gypses; da beide Gebilde
« nicht die schnelle, auffallende Scheidung wahrnehmen lassen,
« welche, in derselben Gegend, zwischen der Kreide und dem Pariser

---

1 Engelhard und Raumer, geognostische Versuche, S. 125 bis 133.

« Kalk (calcaire grossier) sich zeigt, das heißt zwischen zwei « Meeres-Formationen. Man darf nicht zweifeln,» fügt der genannte Beobachter hinzu, « daß die ersten Gypslagen abgesetzt « wurden aus einem, dem Meere ähnlichen, Flüssigen, während « die andern gelten müssen, als niedergeschlagen aus einem, dem « süßen Wasser entsprechenden, Lösungs-Mittel. ' »

Indem ich die Gründe zu entwickeln bemüht bin, durch welche ich mich abgehalten sehe, eine Kunstsprache zu verallgemeinern, die begründet ist auf die Gegensätze zwischen den Erzeugnissen süßer Wasser und den Erzeugnissen des Meeres, beabsichtigte ich jedoch keineswegs, das Vorhandenseyn einer allen übrigen neuern Flötz-Formationen aufgelagerten Süßwasser-Formation abzuläugnen, welche nur Bulimen, Cyclostomen und Potamiden beherbergt. Neuere Beobachtungen haben den Beweis geboten, daß jene Formation um Vieles verbreiteter ist, wie man zuerst geglaubt. Sie muß als neues und letztes Glied der geognostischen Reihe angeschlossen werden. Die genauere Kenntniß dieses Süßwasser-Kalksteins verdanken wir besonders den so nützlichen Arbeiten des Herrn **Brongniart**. Die Erscheinungen, welche die Süßwasser-Formationen wahrnehmen lassen, deren Vorhandenseyn früher nur durch den Kalktuff in Thüringen und durch den, stets von neuem sich bildenden, Travertino der Römischen Ebenen bekannt gewesen [2], schließen sich auf die genügendste Weise den wundersamen Gesetzen an, die von Herrn **Cuvier** in der Lagerung von Knochen lebendiggebärender Säugthiere erkannt wurden. [3]

Die Unterscheidung zwischen Fluß- und Meeres-Muscheln verlangt äußerst sorgsame Prüfungen: denn es kann geschehen, daß, wenn die Reste solcher Körper schwierig lösbar sind von der Masse

---

1 Géogr. min., p. 168 et 193.

2 **Reuß**, Geognosie, Theil II, S. 642; **L. v. Buch**, geognost. Beobacht., Theil II, S. 21 bis 30.

3 Brongniart, Annales du Muséum, tome XV, p. 357, 581. Cuvier, Recherches sur les ossem. fossiles, tome I.er, p. LIV.

des sie umschließenden kieseligen Kalksteines, man Ampullaria verwechselt mit Natica, Potamiden mit Ceriten. In der Familie der Conques scheidet man die Cycladen und Cyrenen von Venus und Lucina nur durch genaue Untersuchung der Zähne des Schlosses. Die Arbeit, unternommen von Herrn von Feruſſac über die Land- und Flußmuscheln, wird uns sehr aufklären über jenen wichtigen Gegenstand. Ueberdieß kann, in Fällen, wo man ein Geschlecht von Meeres-Muscheln mitten unter einem Geschlecht von Süßwasser-Muscheln zu erkennen glaubt, die Frage gestellt werden: ob nicht dieselben Geschlechts-Typen in Seen und Meeren sich wiederfinden dürften. Vielleicht werden Ampullaria und Corbula übereinstimmende Mitteldinge (mélanges analogues) von Meeres-Gestalten und Süßwasser-Gestalten zeigen. [1]

Aus diesen allgemeinen Betrachtungen über die zoologischen Merkmale und über das Studium der versteinten Körper, ergibt sich, daß, ungeachtet der gehaltreichen frühern Arbeiten von Camper, Blumenbach und Sömmering, die genaue, spezifische Bestimmung der Gattungen und die Untersuchung ihrer Beziehungen zu den sehr neueren, der Kreide nachbarlichen Lagen, nicht älter sind, als fünf und zwanzig Jahre. Ich bin der Meinung, daß dieses Studium der fossilen Körper, ausgedehnt auf alle übrige Flötz- und Uebergangs-Gesteine, durch Gebirgskundige, welche gleichzeitig die Lagerungs-Beziehungen und die mineralische Zusammensetzung der Felsarten beachten, weit entfernt, das System bereits bestehender Formationen umzustürzen, vielmehr dazu dienen werde, jenes System zu unterstützen, dasselbe zu vervollkommnen, und die große Uebersicht zu ergänzen. Allerdings kann man die geognostische Kenntniß der Formationen aus sehr verschiedenartigem Gesichtspunkte betrachten, je nachdem man vorzugsweise die Verhältnisse der Ueberlagerung mineralischer Massen im Auge hat, oder ihre Zusammensetzung — das heißt die Resultate chemischer und mechanischer Analyse, — oder

---

1 Siehe die Abhandlung des Herrn Valenciennes, abgedruckt in meinem Recueil d'observ. de zool. et d'anat. comparée, tome II, pag. 218.

die Versteinerungen, welche von mehreren Felsarten umschlossen werden; aber die Geognosie bleibt, demungeachtet, eine Wissenschaft. Die Ausdrücke: Geognosie der Lagerungs- oder Ueberlagerungs-Beziehungen (géognosie de gisement ou de superposition), oryktognostische Geognosie und Geognosie der Versteinerungen (géognosie des fossiles), bezeichnen, ich will nicht sagen verschiedene Zweige desselben Wissens, sondern mehrere Klassen von Verhältnissen, welche man zu vereinzeln strebt, um jede derselben mit größerer Sorgfalt erforschen zu können. Diese Einheit des Wissens, und das gedehnte Feld von ihr umfaßt, wurden sehr wohl erkannt von Werner, dem Begründer der wahrhaften Geognosie. Obgleich nicht ausgerüstet mit den nöthigen Hülfsmitteln um sich der scharfen Bestimmung versteinter Gattungen zu unterziehen, hat er doch in seinen Vorträgen nie unterlassen, die Aufmerksamkeit des ihn umgebenden Schülerkreises auf die Beziehungen zu leiten, die zwischen Versteinerungen und den Formationen von verschiedenem Alter bestehen. Ich bin Zeuge der lebhaften Befriedigung gewesen, welche er empfunden, als Herr von Schlotheim, einer der ausgezeichnetsten Gebirgsforscher der Freiberger Schule, im Jahre 1792 jene Beziehungen zum vorzüglichsten Gegenstand seiner Studien zu wählen begonnen. Die wahrhafte Geognosie bereichert sich mit allen Entdeckungen, die rücksichtlich des Mineral-Bestandes der Weltfeste gemacht werden; einer andern Wissenschaft, die Frühgeschichte der Begebenheiten unsers Planeten umfassend und uneigentlich Theorie der Erde genannt, bietet sie das werthvolleste Material. Sie breitet mehr Licht aus über das letztere Wissen, als sie gegenseitig davon empfängt; und ohne den einstmaligen Flüssigkeits-Zustand, oder ein Wieder-Erweichen aller Stein-Lagen in Zweifel ziehen zu wollen — denn solche Erscheinungen thun sich dar in den Versteinerungen, im krystallinischen Ansehn der Massen, in Rollsteinen und in Bruchstücken, die man umschlossen sieht von Flötz- und Uebergangs-Gesteinen — spricht die wahrhafte Geognosie nicht ab über die Natur jenes Flüssigen, in welchem, wie gesagt wird, die Niederschläge sich gebildet haben, über

jene Granit-, Porphyr- und Gyps-Wasser (eaux de granite, de porphyre et de gypse), welche die hypothetische Geologie auf einer und derselben Erdstelle, Fluth für Fluth, ankommen läßt.

In der Uebersicht der Formationen habe ich den Schichtenfall nicht als geognostisches Merkmal angegeben. Unbezweifelt ist, daß die Ungleichförmigkeit der Lagerung, das heißt, der fehlende Parallelism im Streichen und Fallen, sehr häufig einen redenden Beweis abgibt von der Unabhängigkeit der Formationen; als ausgemacht gilt, daß das beträchtliche Fallen des Kohlen-Gebirges (coal measures), des rothen Sandsteins und der Uebergangs-Felsarten — durch Herrn Buckland so treffend in England dem Wagerechten des talkigen Kalkes (calcaire magnésien), des red-marl, des lyas und aller andern noch neuern Lagen entgegengestellt — für eine höchst beachtungswerthe Erscheinung zu nehmen sey: allein in andern Erd-Gegenden, auf dem Europäischen Festlande und in Amerika, zeigen auch der Alpenkalk und der Jurakalk, jene wagerechten Formationen Englands vertretend, ein sehr beträchtliches Fallen. Aus einem Gesichtspunkte große Weiten der Erdfeste erfassend, die Alpen, das Erzgebirge Sachsens, die Apenninen, die Andes von Neu-Grenada, und die Kordilleren in Mexiko, beobachtet man keineswegs — obgleich dieß noch gegenwärtig in manchen, außerdem sehr geschätzten, Schriften wiederholt wird — einen mit dem Alter der Formationen zunehmenden Schichtenfall. Zuweilen, und mitunter auf weit erstrecktem Gebiete, findet man unter sehr alten Fels-Gesteinen fast wagerechte Lagen; ja, was noch mehr ist, solche Erscheinungen zeigen sich öfter bei den Ur-Felsarten, als unter den Gesteinen der Uebergangszeit, und bei den ersteren wiederum häufiger an Gneißen und geschichteten Graniten, als an Thon- und Glimmerschiefern. Im Allgemeinen hat es mir geschienen, daß die am stärksten fallenden Schichten — jene, den Hoch-Gebirgsketten sehr nahe befindlichen Lagen abgerechnet — zwischen dem Ur-Glimmerschiefer und dem rothen Sandstein getroffen werden. Nur unterhalb der Kreide im neuen Flötz-Gebirge ist das Wagerechte der

Schichten sehr allgemein und sehr deutlich, mithin bei Massen von, vergleichungsweise, nicht beträchtlicher Mächtigkeit.

Es ist hier die Stelle nicht zur Ergründung der Frage, ob alle geneigte Schichten als emporgehobene gelten müssen — eine Ansicht, von Steno bereits im Jahr 1667 ausgesprochen, und für welche die Thatsache zu reden scheint, daß Rollsteine, flach gerundete Bruchstücke, in paralleler Richtung gefunden werden mit der Außenfläche geneigter Schichten, wie namentlich in den Trümmer-Gesteinen der Uebergangszeit (Grauwacke) und in der Nagelflue —: oder ob man als möglich erachten darf, daß Anziehungs-Gewalten, die als gleichzeitig wirksam gelten müßten über eine große Strecke der Planeten-Oberfläche, in unsern Ebenen ursprünglich geneigte Schichten hervorgerufen haben; Schichten, ähnlich den Ueberlagerungs-Blättchen, die, ohne Widerrede von Anfang an geneigt, das regelrechte Gefüge eines Krystalls bedingen. Gewisse Sandsteine, wie unter andern jene von Nebra, zeigen einen höchst regelvollen Parallelism, selbst in ihren dünnsten Blättern, indem sie die wagerechten oder geneigten Schichtungsklüfte unter einem Winkel von 20° bis 35° schneiden. Ohne eine Lösung dieser Aufgabe versuchen zu wollen, wird es mir vergönnt seyn, am Schlusse gegenwärtiger Einleitung einige Thatsachen zusammenzustellen, die mit dem Studium der Lagerungs-Verhältnisse verbunden sind. Wenn man, in der Mitte nicht bergigter Länder, oder auf, von keinen Thälern unterbrochenen, Hochebenen, wo das Gestein stets sichtbar bleibt, acht bis zehn Stunden in einer Richtung sich bewegt, welche die Streichungslinie der Schichten unter rechtem Winkel schneidet; und man diese Schichten (von Uebergangs-Thonschiefer) unter einander parallel findet, fast gleichmäßig geneigt unter einem Winkel von 50 bis 60 Graden, zum Beispiel nordwestwärts: so fällt es schwer eine Vorstellung zu gewinnen von so gleichmäßigem Emporheben oder Gesenktseyn, und von den Weiten des Berges, oder von der Höhlung, die man anzunehmen genöthigt ist, um die Erscheinung des Schichtenfalles zu erklären durch gewaltsame und gleichzeitige Bewegung. Urtheilend über den Ursprung geneigter Schichten, muß

man zwei wesentlich verschiedene Umstände gesondert lassen: ihre Lage oder Stellung in der Nähe einer, von Längen- und Querthälern durchschnittenen Hochgebirgskette, und ihre Lage fern von irgend einer Gebirgskettte, mitten in Ebenen oder in wenig erhabenen Plateaus. Im ersten Fall scheinen die Wirkungen des Emporhebens oft unläugbar, und die Schichten fallen ziemlich allgemein der Kette zu, das heißt auf dem Nord-Abhange der Alpen nach Süden, auf dem südlichen Abhange, aber bei weitem weniger regelvoll, nach Norden [1]: in großer Entfernung von der Kette, scheint diese allein auf das Streichen der Schichten einen Einfluß zu üben, nicht auf ihr Fallen.

Ich habe, seit dem Jahre 1792, diesen Parallelism, oder vielmehr Loxodromism (Schieflauf) der Schichten sehr aufmerksam beachtet. In Bergen wohnend, aus geschichteten Felsarten zusammengesetzt, wo solche Erscheinung sehr beständig ist, und Streichen und Fallen der Ur- und Uebergangs-Schichten untersuchend von der Genuesischen Küste an, durch die Kette von la Bochetta, die Ebene der Lombardei, die Alpen des Sankt-Gotthards, die Hochebenen von Schwaben, die Gebirge von Baireuth und durch die Ebenen des nördlichen Deutschlands, war ich überrascht worden, wenn nicht von der Beständigkeit, doch von der außerordentlichen Häufigkeit des Streichens hor. 3 — 4 des Freiberger Bergkompasses (aus Süd-West nach Nord-Ost). Diese Untersuchung, von der ich glaubte, daß sie den Physikern Anlaß bieten würde zu Auffindung eines großen Naturgesetzes, wirkte zu jener Zeit so mächtig auf mich ein, daß sie einer der stärksten Bestimmungsgründe wurde zu meiner Reise nach dem Aequator. Angelangt auf den Küsten von Venezuela, und die Hochkette des Strandlandes durchwandernd, wie auch die Granit- und Gneiß-Gebirge, welche vom niedern Orinoko bis zum Becken des Rio Negro und des Amazonen-Flusses sich er-

---

1 L. v. Buch, in den Schriften der Berliner Gesellschaft naturforschender Freunde, 1809, S. 103, 109, 179, 181; Bernoulli, Schweizerische Mineralogie, S. 23.

strecken, erkannte ich von Neuem im Streichen der Schichten den wundersamsten Parallelism. Das Streichen zeigte sich noch hor. 3 — 4 (oder N. 45° O.), vielleicht weil die Kette des Küstenlandes nicht bedeutend abweicht von dem Winkel, den die Europäische Zentralkette mit dem Meridian macht. Ich habe die ersten Ergebnisse, welche die Betrachtung der Ur- und Uebergangs-Gesteine Amerikas mir boten, in einer Abhandlung niedergelegt, die durch Herrn de Lametherie bekannt gemacht wurde [1]. Ich reihete — wie das so häufig den Reisenden begegnet, wenn sie die Resultate ihrer Forschungen noch während der Reisezeit mittheilen — an diese höchst genauen Beobachtungen über die große Gleichförmigkeit im Streichen der Schichten — an der Landenge von Araya, an der Silla von Caracas, am Cambury unfern Portocabello, an den Ufern des Cassiquiare [2] — allgemeine Ansichten, welche mir seitdem als schwankend, als minder genau erschienen sind. Vierjährige Wanderungen in den Kordilleren haben meine Meinung über eine Erscheinung berichtigt, die um Vieles bedeutsamer ist, als man solches vordem geglaubt hatte; und bei meiner Wiederkehr nach Europa habe ich mich beeilt, das allgemeine Ergebniß meiner Beobachtungen darzulegen [3]. Die Anzeige dieses Resultats muß ohne Zweifel dem gelehrten Verfasser der Critical examination of Geology (p. 276) unbekannt geblieben seyn, als er Behauptungen zu bekämpfen bemüht war, welche, während meiner Abwesenheit, im Jahr 1799, durch Herrn de Lametherie mitgetheilt wurden.

In keiner Erdhälfte herrscht unter den Felsarten eine allgemeine und unbedingte Gleichförmigkeit des Streichens; aber in Gegenden von sehr beträchtlicher Erstreckung, zuweilen auf eine Weite von einigen tausend Quadrat-Meilen, erkennt man, daß das Streichen,

---

1 Journal de physique, tome LIV, p. 46.

2 Siehe meine Relation historique, tome I, p. 393, 542, 564, 578; tome II, p. 81, 99, 125, 141.

3 Géographie des plantes, p. 116; Essai politique sur la Nouvelle-Espagne, tome II, p. 520.

seltner das Fallen, durch ein besonderes System von Kräften bestimmt worden. Man findet, in sehr großen Entfernungen, einen Parallelism der Schichten, eine Richtung, deren Typus sich darthut mitten zwischen theilweisen Störungen und Unterbrechungen; ein Typus, der oft derselbe bleibt in Ur- und in Uebergangs-Gebilden. Diese Einerleiheit des Streichens wird häufiger beobachtet fern von sehr erhabenen Alpenketten, als innerhalb der Ketten selbst, wo die Schichten sich öfter gewunden und wieder aufgerichtet haben, oder gebrochen worden. Im Allgemeinen folgt das Streichen der Schichten, den Hauptketten sehr fern, dem Streichen dieser Ketten: eine Thatsache, durch welche schon Herr Palassou[1] sich überrascht sahe, und die selbst Herrn von Saussure nicht entgieng.[2] Dieß Gleichartige des Schichten-Parallelisms (aus Nord-Ost in Süd-West) wurde in einem großen Theile des nördlichen Deutschlands beobachtet, am Fichtelgebirge in Franken und an den Rheinufern, in Belgien, in den Ardennen, in den Vogesen, im Cotentin, in der Tarantaise, in der größten Hälfte der Schweizer-Alpen und in Schottland. Ich begnüge mich neuere Geognosten namhaft zu machen; Geognosten wohl vertraut mit Beobachtungen der Art, und um so aufmerksamer auf Streichen und Fallen der Schichten, als die von mir über den Parallelism, oder Loxodromism, auf große Weiten ausgesprochenen Behauptungen lebhafte Widersprüche erfahren hatten. « Man untersuche », sagt Herr Boue, « mit dem Kompaß in der Hand die Stellung der Schot-
« tischen Mineralmassen: hat man die Gewohnheit sich zu eigen
« gemacht, allgemeine Thatsachen zu erfassen, so wird man finden,
« daß das Streichen der Schichten beständig ist und dem der Ge-
« birgskette aus Süd-West in Nord-Ost entspricht; aber daß das
« Fallen wechselt je nach den Verhältnissen des Oertlichen[3]. » In

---

1 Essai sur la minéralogie des Pyrénées, 1781.

2 Voyage dans les Alpes, §. 2302.

3 Boué, Essai géologique sur l'Écosse, p. 13. — Hieher auch die Beobachtungen von Raumer, geognost. Versuche, S. 14, 44, 48; desselben

den Pyrenäen ist das allgemeine Streichen der Schichten, nach schätzbaren Beobachtungen der Herren **Palassou**, **Ramond**, **von Charpentier** und **d'Aubuisson**, dem allgemeinen Streichen der Gebirgskette gleich, das heißt N. 68° W., oder aus Ost-Süd-Ost in West-Nord-West [1]. Dieselbe Regelmäßigkeit ist im Kaukasus wahrnehmbar. In den vereinten Staaten des nördlichen Amerika streichen die Schichten, den Forschungen des Herrn **Maclure** zu Folge, wie die Kette der Alleghanys, aus Nord-Ost in Süd-West. Ein Streichen aus Nord in Süd, oder aus Nord-Nord-Ost in Süd-Süd-West, herrscht in Schweden und in Finnland. [2] In den Kordilleren von Mexiko beobachtet man einen sehr allgemeinen Typus des Streichens: die Schichten, das Plateau bildend, streichen aus Süd-Ost nach Nord-West, in paralleler Richtung mit der Anahuac-Kette, während die vulkanische Axe — die Linie zwischen 18° 59′ und 19° 12′ Breite, durch den Pic von Orizaba, die beiden Feuerberge von la Puebla, durch den Nevado von Toluca, den Pic von Tancitaro und durch den Vulkan von Colima gedacht: eine Linie, die zugleich Parallele der größten Erhabenheiten ist — sich von Ost nach West erstreckt, einer Spalte gleich, die Mexikanische Erd-Enge von einem Meere zum andern durchschneidend. [3]

Fragmente, S. 58, 64; **Goldfuß** und **Bischof**, Fichtelgebirge, Ister Theil, S. 189; Omalius d'Halloy, im Journal des mines, 1808, p. 463; Brochant, Observations sur les terrains de transition, p. 14; **Escher**, in der Alpina, Theil IV, S. 337; **Gruner**, in der Isis, 1805, Oktober-Stück, S. 181; **Bernoulli**, Schweizerische Mineralogie, S. 19 — 24; **Ebel**, Alpen, Ister Theil, S. 220; IIter Theil, S. 201, 215, 357.

1 Ramond, Observ. sur les Pyrénées, tome I, p. 57; tome II, p. 354. D'Aubuisson, Traité de Géognosie, tome I, p. 342.

2 **Hausmann**, in den Denkschriften der Akademie der Wissenschaften zu München, für das Jahr 1808, Ister Theil, S. 147; **L. v. Buch**, Reise nach Norwegen und Lappland, Ister Theil, S. 277, 298; **Hisinger**, mineral. Geographie von Schweden, S. 465; **v. Engelhard**, Felsgebäude Rußlands, S. 18.

3 Essai politique, tome II, p. 253.

Da die ursprünglichen Ursachen der Erscheinungen uns nicht bekannt sind, so muß die Naturphilosophie, wovon die Geognosie seiner Zeit einen der lehrreichsten Abschnitte ausmachen wird, bei der Kenntniß der Gesetze verweilen; und in dem vorliegenden Phänomen lassen sich die Gesetze einem genauen Maße unterwerfen. Man darf nicht vergessen, daß die Streichungslinien auf die Meridiane treffen, wenn, bei beträchtlicher Erstreckung, die Schichten, zum Beispiel, gleichmäßig N. 45° O. streichen, den Elementen einer loxodromischen Linie gleich, ohne im Zwischenraum parallel zu seyn. Das Streichen der alten Schichten (aus der Ur- und Uebergangszeit) ist keineswegs eine kleine örtliche Erscheinung: sie muß im Gegentheil als ein Phänomen geachtet werden, das unabhängig ist vom Streichen der Flötz-Gebirgsketten, von ihren Verzweigungen und von den Wendungen ihrer Thäler; als ein Phänomen, dessen Ursache gleichmäßig in weiten Fernen gewirkt hat, zum Beispiel, im alten Kontinente zwischen dem 43 und 57 Breite-Grade, von Schottland bis zu den Grenzen Asiens. Von welcher Bedeutung ist der scheinbare Einfluß hoher Alpen-Gebirgsketten auf Schichten, die zuweilen mehr als hundert Stunden davon entfernt sind? Ich habe Mühe zu glauben, daß durch eine Katastrophe die Berge emporgehoben und die Schichten in den Ebenen niedergesenkt worden, so, daß der Durchschnitt jener, einst ohne Ausnahme wagerechten, Schichten, gegenwärtig alle unter 50° bis 60° geneigt, die Außenfläche des Planeten bildend, in großer Tiefe gesucht werden müsse. Wurden die Ketten alpinischer Gebirge emporgehoben? Sind sie — wie die Reihe vulkanischer Gipfel in den Ebenen von Jorullo, zwischen der Stadt Mexiko und den Küsten des Südmeers — aus Spalten aufgestiegen, die, dem Streichen bereits vorhandener geneigter Schichten parallel, gebildet wurden?

Beim Entwurf einer geognostischen Uebersicht der Formationen, konnte ich nicht überall die Quellen namhaft machen, aus denen ich geschöpft. Die wahrhafte Geognosie besteht erst seit dem Ende des letzten Jahrhunderts. Es ist nicht leicht, ich möchte hinzufügen nicht gefahrlos, die Geschichte einer jugendlichen Wissenschaft abzu-

händeln. Zwar habe ich, im Verlauf eines arbeitsvollen Lebens, des Glückes genossen, mehr Berge zu sehen, als irgend ein anderer Gebirgsforscher; aber dennoch verschwindet das Wenige, was ich beobachtet, gegen die gewaltigen Massen von Thatsachen, deren Darlegung mich in diesem Augenblick beschäftigen soll. Was diese Uebersicht der Formationen Wichtiges enthält, gehört, als Gemeingut, dem vereinten Wirken meiner Zeitgenossen. Ich bin von der Absicht ausgegangen, meinen Lesern, auf gedrängte Weise, die Reihenfolge gemachter Entdeckungen vorzulegen. Dem mit völliger Gewißheit Erwiesenen glaubte ich das bloß Wahrscheinliche anfügen zu dürfen. Hätte ich das vorgesteckte Ziel erreicht, so müßten die ausgezeichneten Gelehrten Deutschlands, Frankreichs, Englands, Schwedens und Italiens, die beigetragen haben zur Erweiterung des wissenschaftlichen geognostischen Lehrgebäudes, auf jedem Blatte Ergebnisse ihrer Arbeiten wiederfinden. Die Anführung weniger allgemein bekannter Thatsachen habe ich auf Noten verwiesen, die der Uebersicht sich anschließen sollen; in der Uebersicht selbst wurden nur diejenigen Forscher genannt, denen ich die Mittheilung noch ungedruckter Beobachtungen und Ansichten verdanke. Die zahlreichsten, werthvollsten Mittheilungen solcher Art sind jene, welche ich seit fünfzehn Jahren dem Herrn **Leopold von Buch** schulde, mit dem ich meine frühesten Studien unter Anleitung eines großen Lehrers machte. Er hat auf einem weiten Raume — zwischen dem 28sten und 71sten Breite-Grade — die wichtigsten Materialien gesammelt zur Geognosie, zur Geschichte des Dunstkreises und zur Geographie der Pflanzen. Ich machte, im Verlauf vorliegender Arbeit, von mehreren noch handschriftlichen Angaben Gebrauch, die jener Gelehrte mir zustellte über das krystallinische Gefüge der durch mich aus den Kordilleren gebrachten Trachyte, wie über die Folge der Formationen in der Schweiz, in England, in Schottland, in Toskana und in der Umgegend von Rom. Auch benutzte ich seinen mehrmaligen Aufenthalt in Paris zur mündlichen Absprache über das, was mir zweifelhaft schien in Beziehung auf die Lagerung der Formationen. Sämmtliche Beobachtungen, Ungarn betreffend, sind

Auszüge aus dem Voyage minéralogique des Herrn **Beudant**, das in kurzem die Presse verlassen wird, und in welchem das Meiste, was die Lagerung betrifft, auf sehr vorzügliche Weise abgehandelt worden. Mein Landsmann, Herr von **Charpentier**, Direktor der Schweizerischen Salzwerke, hat die Gefälligkeit gehabt, mir seine treffliche Beschreibung der Pyrenäen mitzutheilen; eine Arbeit, welche als das Vollständigste gelten kann, was wir über eine große Gebirgskette besitzen. Manches, die Porphyre Europas Betreffende, ist Auszug einiger Bemerkungen, welche ich gleichsam nach dem Vortrage **Werners** niederschrieb, als dieser berühmte Mann von Karlsbad auf einige Tage nach Wien gekommen war (1811), um sich mit mir zu unterhalten über die geognostische Beschaffenheit der Kordilleren, der Andes und des Mexikanischen Reiches. — Es ist heilige Pflicht, ein öffentliches Zeugniß der Erkenntlichkeit denen zu zollen, deren Andenken uns theuer ist. — Von den wichtigen Arbeiten der Herren **Macculloch**, **Jameson**, **Weawer**, **Berger** und anderen Gliedern der geologischen und Wernerischen Gesellschaften Englands habe ich nicht in dem Grade Gebrauch machen können, wie es mein Wunsch gewesen, indem ich befürchtete über die Identität der Formationen eines Landes abzusprechen, das ich nicht kenne, über die Beschaffenheit der Gegenden nordwärts der Berge von Derbyshire; Gegenden, welche in der neuesten Zeit so eifrig und mit so glücklichem Erfolge untersucht worden.

Bei den, jeder Formation hinzugefügten Angaben einiger Fundstätten — das, was die Pflanzenforscher Standorte nennen — habe ich keineswegs eine weitere Ausführung der geographischen Mineralogie beabsichtigt: nur einige Beispiele richtig beobachteter Lagerungs-Verhältnisse wollte ich namhaft machen. Jene Beispiele wurden nicht immer aus Gegenden entlehnt, die, durch Beschreibungen berühmter Geognosten, gewissermaßen klassisch geworden. Mitunter war es nothwendig, aus einer andern Erdhälfte Orte zu erwähnen, die man auf keiner Karte findet. Allemont, Cap de Gates, Mansfeld und Oeningen sind den Mineralogen bekannter, als die großen erzreichen Provinzen Antioquia, Guamalies und Zacatecas. Um

Nachsuchungen der Art zu erleichtern, habe ich häufig in Klammersätzen geographische Andeutungen beigefügt; zum Beispiel: Quindiu (Neu-Grenada), Ticsan (Andes von Quito), Tomependa (Amazonen-Ebene). Außer der Angabe von Orten, wo diese oder jene Formation herrschend ist, bin ich bemüht gewesen, die Gesammt-Ordnung der Ueberlagerung, an sehr entfernten Punkten mit einiger Verlässigkeit beobachtet, anzugeben; zum Beispiel in den Kordilleren der Andes, in Norwegen, in Deutschland, in England, in Ungarn, am Kaukasus. Solche Beschreibungen von Durchschnitten, das Material bietend zu einem so lange schon ersehnten geognostischen Atlas, müssen gleichsam als die Belegstücke der allgemeinen Uebersicht der Felsarten gelten; denn die Geognosie, sich beschäftigend mit der Reihenfolge der Formationen, verhält sich zur mineralogischen Geographie wie die vergleichende Hydrographie zur einzeln entworfenen Topographie großer Flüsse. Die genaue Kenntniß der Wirkungen, aus den Unebenheiten des Bodens hervorgehend, aus dem Schmelzen des Schnees, aus den periodischen Regen und den Fluthen, aus der Schnelligkeit, aus den Windungen und Verzweigungen, endlich aus den Gestalt-Verhältnissen der Mündungen der Donau, des Nils, des Ganges, des Amazonen-Stromes, führt zu einer allgemeinen Theorie der Flüsse, oder, richtiger gesagt, zu einem System empirischer Gesetze, alles umfassend, was bis jetzt Gemeinsames und Analoges aufgefunden worden in örtlichen oder in einzelnen Erscheinungen [1]. Auch die Geognosie der Formationen bietet erfahrungsmäßige, empirische Gesetze, entnommen aus einer großen Menge einzelner Fälle. Begründet auf die mineralogische Geographie, weicht sie wesentlich ab von dieser; und dieß Abweichende zwischen Abstraktion und individueller Beobachtung kann, bei Geognosten nur mit den Verhältnissen eines Landes vertraut, den Grund abgeben zu irrigen Urtheilen über die Genauigkeit einer allgemeinen Darstellung der Gebilde.

---

1 S. Einige Grundzüge dieser vergleichenden Hydrographie in meiner Relation historique, tome II, p. 517-526, et 657-664.

Die physischen Wissenschaften sind großen Theils auf Folgerungen (Induktionen) gestützt; und je vollständiger solche Folgerungen werden, um desto mehr sieht man die örtlichen Beziehungen, jede Erscheinung begleitend, ausgeschlossen aus dem Zusammengefaßten allgemeiner Gesetze. Selbst das Geschichtliche der Geognosie bewahrheitet diese Behauptung. **Werner**, das geognostische Wissen schaffend, erkannte mit bewunderungswerthem Scharfsinn alle Beziehungen, die bei Betrachtung des Unabhängigen der Formationen aus dem Gebiete der Ur-, Uebergangs- und Flötzzeit beachtet werden müssen. Er lehrte, was man zu beobachten habe, was man wissen müsse: er hat, in Gegenden, deren Untersuchung ihm nicht vergönnt gewesen, einen Theil der Entdeckungen vorbereitet; er hat, möchte man sagen, einen Theil der Entdeckungen vorgefühlt, womit die Geognosie nach ihm bereichert worden. Da die Formationen unabhängig sind von dem Wechselnden der Breite und von klimatischem Einwirken, und Erscheinungen, welche vielleicht am frühesten im Himalaya-Gebirge oder in den Andes wahrgenommen wurden, sich nicht selten, und unter einem Verbundenen von Umständen, die man als rein zufällige erachten würde, wiederfinden in Deutschland, auf der Schottischen Insel, oder im Pyrenäen-Gebirge: so kann irgend ein sehr beschränkter Raum der Weltfeste, eine Gegend von wenigen Geviert-Meilen Ausdehnung, in welcher die Natur viele Formationen vereinigt hat — gleich dem wahrhaften Microcosmus alter Philosophen — im Geiste eines bewährten Beobachters sehr richtige Gedanken erwecken über die Grundwahrheiten der Geognosie. So waren die meisten der frühern Ansichten **Werners**, selbst jene, die der berühmte Mann schon vor dem Jahre 1790 erfaßt hatte, von einer Richtigkeit, welche noch heutiges Tages Bewunderung erweckt. Die Gelehrten aller Lande, selbst jene, die frei sind von jeder Vorliebe für die Freiberger Schule, haben sie beibehalten, als Grundstütze ihrer geognostischen Klassifikationen; und dennoch stützte sich fast Alles, was man im Jahre 1790 gewußt, von Ur-, Uebergangs- und Flötz-Gebirgen, auf Beobachtungen angestellt in Thüringen, im Erzgebirge Sachsens und auf dem Harze, einem

Flächen-Raume von nicht 75 Stunden in der größten Längen-Ausdehnung. Die denkwürdigen Arbeiten **Dolomieu's**, die Alpen-Beschreibungen von **Saussure** wurden zu Rath gezogen; aber sie blieben ohne großen Einfluß auf die Arbeiten **Werners**. **Saussure** hat ohne Widerrede unnachahmliche Vorbilder von Genauigkeit in Schilderungen jedes Gipfels, jedes Thales geliefert; allein dieser kühne Reisende, überrascht von dem Verwickelten der Ueberlagerungs-Phänomene, und von der scheinbaren Regellosigkeit, welche stets im Innern hoher Alpenketten herscht, schien wenig geneigt sich mit allgemeinen Ansichten über die geognostische Beschaffenheit eines Landes zu befassen. In jener Frühzeit des Wissens war der **Typus der Formationen** auf eine kleine Zahl von Beobachtungen gestützt; er ähnelte zu sehr der Beschreibung von Orten, von denen er entnommen worden. Man ließ Mineral-Massen als unabhängige Formationen gelten, die in andern Ländern nur untergeordnete oder fremdartige Lager ausmachen; man wußte nichts vom Daseyn der Formationen, welche im südlichen Amerika, im nördlichen und westlichen Europa so bedeutsam auftreten; man verkannte das beziehliche Alter der Porphyre, der Syenite und Euphotide; man ergänzte die Geschichte neuerer Lager nicht durch eine scharfe Bestimmung der versteinten organischen Körper, welche sie umschließen: die Lagerungs-Beziehungen der Basalte, der Phonolite (Porphyrschiefer) und der Dolerite wurden mit großer Sorgfalt beobachtet; allein man bestritt selbst die Möglichkeit ihres Ursprungs auf feurigem Wege, weil in dem Mutterlande der neuern Geognosie nur einige abgerissene Stücke von vulkanischen Gebilden dargeboten waren, und man die Beziehungen zwischen Trachyten (Trapp-Porphyren), Basalten, neuern Laven, Schlacken und Bimssteinen zu untersuchen keine Gelegenheit hatte. Wenn die Uebersicht der Formationen, wie **Werner** dieselbe gegeben — ungeachtet der litterarischen Hülfsquellen, die er benutzte; trotz des wundersamen Scharfsinns, vermittelst dessen er in, oft sehr unklaren, verworrenen Reise-Berichten, das Wahrhafte zu erkennen wußte — unvollkommen geblieben, so bekümmerte es jenen Gelehrten keineswegs, seine Arbeiten durch

Anderer Hände weiter ausgeführt, vervollständigt zu sehen. Er hatte den ersten Unterricht geboten über die Kunst, Formationen aufzufinden, zu erkennen, zu beobachten. Durch Anwendung dieser Kunst ist die Geognosie zum wahrhaften Wissen geworden. Im Bewußtseyn, daß sein eigentlicher Ruhm mehr begründet sey auf Entdeckung der Grundsätze der Wissenschaft, auf den Mitteln zur Erreichung solcher Absicht diensam, als auf den, zu dieser oder jener Zeitfrist erlangten, Ergebnissen — schätzte **Werner** diejenigen seiner Schüler nicht minder, welche anderer Ansicht waren, als er, über das relative Alter, oder über die Entstehungsweise gewisser Gebilde. Der Typus der Formationen konnte nur dadurch umfassender gemacht und zugleich vereinfacht werden, indem man die Beobachtungen auf einen größern Theil des Erdganzen ausdehnte. Man hat ihn, durch Erfassen aus allgemeinem Gesichtspunkte, mit dem geognostischen Bestande der Kontinente mehr in Einklang gebracht.

Heutiges Tages kennen wir, mit ziemlicher Genauigkeit, die relative Lagerung vieler Formationen, 1) auf dem alten Festlande: in den Inseln des Britannischen Reiches, im Norden Frankreichs, in Belgien, in Norwegen, Schweden, Finnland, Deutschland, Ungarn, in der Schweiz, in den Pyrenäen, in der Lombardei, in Toskana und in der Umgegend von Rom, in der Krimm und im Kaukasus (vom 41° bis zum 71° nördlicher Breite, vom 40° östlicher bis zum 12° westlicher Länge); 2) auf dem neuen Kontinent: in den vereinten Staaten des nördlichen Amerika, zwischen Virginien und dem Ontario-See (vom 36° bis zum 43° nördlicher Breite, vom 78° bis zum 86° westlicher Länge); in Mexiko, zwischen Veracrux, Acapulco und Guanaxuato (vom 16° 50′ bis 21° 1′ nördlicher Breite, vom 98° 29′ bis 103° 22′ westlicher Länge); auf dem Eilande Kuba (23° 9′ nördlicher Breite); in den vereinten Provinzen von Venezuela, zwischen den Küsten von Paria, Portocabello, dem hohen Orinoko und San Carlos del Rio Negro; in den Andes von Neu-Grenada, von Popayan, von Pasto, von Quito und von Peru; im Thal des Amazonen-Stromes und auf den Küsten des Südmeeres (vom 10° 27′ nördlicher bis zum 12° 2′ südlicher

Breite, vom 66° 15′ bis 82° 16′ westlicher Länge); in Brasilien, zwischen Rio Janeiro und der Westgrenze der Provinz Minas Geraes (vom 18° bis 23° südlicher Breite, vom 45° bis 49° westlicher Länge). Je mehr man sich erhebt zu allgemeinen Ansichten, um desto weniger entspricht die Uebersicht der Formationen, obgleich sie umfassender wird und — man darf es glauben — zugleich wahrhafter, denen welche darin alle einzelnen Züge, die ganze Physiognomik ihrer Gegend, wieder finden zu müssen glauben. Aber jene einzelnen Züge, diese örtliche Physiognomik, können in der Uebersicht nur gelten als bloße Abänderungen des allgemeinen Typus, als eigenthümliche Modifikationen der großen Gesetze der Lagerung. Obwohl unser Wissen über diese Gesetze noch sehr lückenvoll ist, so dürfen wir uns dennoch schmeichlen, durch vereintes Wirken unserer Zeitgenossen die Ueberzeugung erlangt zu haben, daß manche von ihnen, mitten unter dem Zusammentreffen örtlicher Regel-Widrigkeiten, sich als beständige und unabänderliche dargethan.

Ur-Gebilde.

Die ältesten Formationen aus dem Gebiete der Urzeit, deren Beobachtung vergönnt gewesen, sind, in einigen Gegenden der Weltfeste, der Granit, eine Formation, in welcher der Granit mit keinem Gestein wechselt; in andern Gegenden der Granit-Gneiß, eine granitische Formation, in welcher Granit- und Gneiß-Lager wechselnd erscheinen. Sehr schwierig würde es seyn, einen Granit namhaft zu machen, den alle Gebirgsforscher einstimmig für älter ansehen, wie alle übrigen Felsarten; allein diese Ungewißheit entspringt aus der Natur der Dinge selbst, aus den Ansichten, welche wir uns geschaffen über das relative Alter und über die Lagerungs-Beziehungen der Felsarten. Durch Beobachtung ist dargethan, daß der Granit des St. Gotthards auf Glimmerschiefer ruht; daß jener von Kielwig in Norwegen auf Thonschiefer gelagert erscheint. Auf welche Art aber will man den Beweis einer verneinenden Thatsache führen? Wie will man darthun, daß unterhalb eines Granites, der als ursprünglich gilt, nicht wiederum Gneiß gelagert sey, oder

irgend ein anderes Primitiv-Gestein? Beim Entwurf einer Darstellung aller Kenntnisse, die wir erlangt haben hinsichtlich der Ueberlagerung der Felsarten, müssen wir uns gänzlich enthalten mit Bestimmtheit abzusprechen über die erste (tiefste) Grundlage des geognostischen Gebäudes. So weiß die Geschichte — denn mit der Zeit verhält es sich wie mit dem Raum — unter langdauernden Völkerwanderungen die frühesten Bewohner einer Gegend nicht mit zureichender Verlässigkeit zu erkennen.

I. Ur-Granit.

§. 1. Granit nicht mit Gneiß wechselnd. Da neuerdings wohlbegründete Zweifel angeregt worden gegen das Alter vieler Granit-Formationen, so läßt sich die früheste aller Ur-Felsarten nicht anders bezeichnen, als durch verneinende Merkmale. In beiden Erdhälften, zumal in der neuen Welt, hat mir der Granit um desto älter geschienen, als er keine Schichtung zeigt, je reicher er an Quarz und ärmer an Glimmer ist. In den Ketten der Hochgebirge — in den Schweizer-Alpen und in der Kordillere der Andes, zwischen Loxa und Zaulaca — neigt sich der Granit, durch Häufigkeit und Gleichmäßiges in der Verbreitung der Glimmer-Blättchen, zur Blätter-Textur; während die Granite in Ebenen, die fruchttragende Erde durchbrechend, im Allgemeinen, durch ihr mehr gleichartig körniges Gefüge, einen merkbarern Unterschied vom Gneiß wahrnehmen lassen. Größe des Kornes, Regelrechtes der Ausbildung bei den wesentlichen Gemengtheilen, rothe oder weiße Färbung des Feldspaths, sind höchst beachtungswerthe Erscheinungen, wenn man große Felsmassen im Auge hat und untergeordnete Lager kleinkörnigen Granites unbeachtet läßt, die mitten im grobkörnigen Granite, und umgekehrt, gefunden werden. Solche Erscheinungen bezeichnen das beziehliche Alter einer Formation innerhalb des Raumes eines, mehr oder minder umgrenzten, Gebietes; aber allgemeine Merkmale, anwendbar auf das Ganze eines Festlandes, lassen sich daraus nicht ableiten. In den Kordilleren hat mir ein kleinkörniger Granit mit weißem und gelblichweißem Feldspathe als der älteste geschienen. Die

Abwesenheit, nicht sowohl von Turmalin und Rutil, als vielmehr von eingesprengter Hornblende, von Speckstein, Granaten, Epidot, Strahlstein, Zinnerz, Eisenglimmer, den Glimmer vertretend (wie u. a. zu Gottesgabe in der Oberpfalz); das Fehlende untergeordneter, fremdartiger Lager (Grünstein, körniger Kalk) und sehr kleinkörniger, glimmerreicher Nester, von gleichartiger Entstehung und der Hauptmasse gleichsam eingebacken erscheinend; endlich der Mangel an Schichtung bei den unteren Lagen und eine nicht porphyrartige Struktur dürften die Granite erster Formation bezeichnen (Ostküste des südlichen Amerika, Cascas, Santa und Guarmay in Unter-Peru; Ufer des Cumbeima unfern Ibague; Quilichao und Caloto in den Andes von Neu-Grenada). Die Granite der Stromfälle des Orinoko und jene der Berge von Parima umschließen, wie die der Pyrenäen und Ober-Aegyptens, einige Lager, in welchen man einzelne Hornblende-Krystalle erkennt: diese Felsarten gehören wahrscheinlich einem, etwas neuern, Entstehungs-Zeitraume an, als der Granit von Unter-Peru. Obgleich die ältesten Granite im Allgemeinen frei sind von untergeordneten Lagern körnigen Kalkes, so fängt dennoch der Kalk schon an sich zu zeigen im Schoose ursprünglicher Gebirge — ich wage nicht zu sagen im frühesten Weltalter — im Feldspath und vielleicht im Turmalin. Später mehrt sich der Kalkgehalt durch das Hinzutreten der Hornblende in den Syenit-Lagern, die Granite neuester Bildung bezeichnend.

Ur-Granit und Granit-Gneiß.

§. 2. Diese Formation, so scharf bezeichnet durch Herrn **von Raumer**, läßt sehr deutliche Granit- und Gneiß-Lager wahrnehmen, ungefähr gleichzeitig und mit einander wechselnd. Sie ruht zuweilen — wie namentlich im Riesen-Gebirge — unmittelbar auf der vorhergehenden Formation; in andern Gegenden — südwestwärts von Riobamba im Königreiche Quito — erscheint sie als älteste aller sichtbaren Felsarten. Ein solches Wiederkehren fremdartiger Lager findet sich besonders in den Formationen der Uebergangszeit, zum Beispiel, in denen des Porphyrs und des Syenits, und in jenen

des Syenits und Grünsteins. Ich bin der Meinung, daß von der Formation des Granites und des Gneißes die Granite unterschieden werden müssen, deren Lager oft und unmerklich in Gneiß übergehen, wie der Granit des Strandlandes von Venezuela; ferner jene Gneisse, die in Granit übergehen (südlicher Abhang der Jungfrau und des Titlis), die dem Granit und dem Gneiß untergeordnete Lager sind; ferner die Glimmerschiefer, welche ihrerseits wieder körnigen Kalk umschließen; endlich Hornblende- und Chloritschiefer und der Weißstein.

Zinnerzführender Granit.

§. 3. Im Allgemeinen zeigen sich seine bildenden Stoffe sehr zersetzt: der Feldspath geht in Kaolin über (Karlsbad, Weg von Eibenstock nach Johann-Georgenstadt; und, zu Folge der Bemerkung des Herrn von Bonnart, wahrscheinlich auch die Granite des Departements der Ober-Vienne). Man wird vielleicht demnächst die Ueberzeugung gewinnen, daß jene zinnerzführenden Felsarten noch neuern Ursprungs sind, und daß sie ihre Stelle sachgemäßer einnähmen zwischen den Graniten, die jünger sind als Gneiß und älter als Glimmerschiefer. Merkmale von mehr jugendlicher Bildung scheinen selbst an den Graniten vom Fichtelgebirge in Franken wahrnehmbar, welche sich nicht nur regelrecht geschichtet zeigen, sondern auch Lager von Urgrünstein (ursprünglicher Diabase, Paterlstein) umschließen. In den Andes ist mir keine alpinische Formation zinnerzführenden Granits vorgekommen. Der Granit, die Gipfel der Kordilleren zusammensetzend, zeigt sich fast stets überdeckt mit Formationen von Uebergangs-Porphyr und von Trachyt.

Weißstein mit Serpentin.

§. 4. Der Weißstein (Eurit), in welchem der Feldstein (dichter Feldspath) vorherrscht — nordwestliche Hälfte des Sächsischen Erzgebirges — ruht auf altem Granit. Er ist überdeckt von Gneiß, zuweilen auch von Glimmerschiefer (Hartha), oder von Urthonschiefer (Hermsdorf, Döbeln), in welchen der Weißstein unmerklich überzugehen scheint. Als untergeordnete Lager zeigen sich: Granit,

bald sehr großkörnig (Penig), bald sehr kleinkörnig, in Weißstein häufig übergehend und Lepidolith einschließend, so wie Wernerit (paranthine lamelleuse), Serpentin (Waldheim). Der Weißstein, welcher zuweilen Granaten und Disthen umschließt, ist in Sachsen, den Beobachtungen der Herren Pusch, von Raumer und Mohs zu Folge, eine unabhängige Formation, älter als Gneiß, und kein untergeordnetes Lager; in Schlesien (Engelsberg bei Zobten, und Weiseriz unfern Schweidniz) setzt er nur Lager zusammen im Ur-Granit und im Ur-Gneiß. Eine Thatsache der Art kann dem Geognosten nicht auffallend seyn. Glimmerschiefer, Gneiße und Porphyre treten zugleich als unabhängige Felsarten und als untergeordnete Lager auf. Der Serpentin von Buenavista, in den Gebirgen von Higuerote, westwärts von Caracas, gehört eigentlich dem talkigen Gneiße an; aber es scheint, daß in derselben Berggruppe auch ein dem Weißstein verbundener Serpentin vorkommt, welcher der Granit- und Gneiß-Formation aufgelagert ist. Der Serpentin des Weißsteins ist das älteste unter den sehr feinkörnigen Euphotid-Gesteinen, welche gleichsam durch alle folgende Formationen durchlaufen, bis zur obern Grenze des Uebergangs-Gebietes.

II. Ur-Gneiß.

§. 5. Wir unterscheiden diese Gneiß-Formation — Freiberg, Lyon, Plateau zwischen Autun und dem Berge d'Aussi, Arnsberg im Riesengebirge, Lödingen in Norwegen, Grampians in Schottland — untergeordnete Lager von Glimmerschiefer einschließend, von der gleichfalls wichtigen Formation von Gneiß und Glimmerschiefer, in welcher Gneiß-Lager wechseln mit Glimmerschiefer-Lagern. Gneiß ist, nach den Herren von Buch und Hausmann, das herrschende Gestein in Skandinavien, wo der ältere Granit, dem Gneiße im Alter vorgehend, fast nirgends gesehen wird. Die untergeordneten Lager des Gneißes sind höchst mannichfach; sie sind es indessen in weit geringerm Grade, wenn der Gneiß nicht in Glimmerschiefer übergeht. Wir erwähnen hier nur der denkwürdigsten Lager: Quarz, oft Granaten führend; Feldspath, mehr und weniger zersetzt und

feines Kali-Gehaltes beraubt; Porphyr im Allgemeinen röthlich, mit Feldstein-Grundmasse (à base pétrosiliceuse); Feldspath, Quarz und Glimmer führend (Lager-Porphyr von der Halsbrücke von Ober-Frauendorf, von Liebstadt); körniger Kalk, ziemlich selten (Simplon-Straße, Grube Kurprinz, unfern Freiberg); gemeiner Granat, mit körnigem Kalk gemengt, mit Blende und mit Magneteisen (Schwarzenberg); Glimmerschiefer (Bergen in Norwegen); Syenit (Burkersdorf in Schlesien); Granit, mit zersetztem Feldspath, aber nicht zinnführend; Serpentin (Ophiolith), nach Herrn Cordier ein Lager von unermeßlicher Erstreckung bildend in den Departementen der Ober-Vienne, des Lot und des Aveyron; Hornblendeschiefer; Grünstein, mit Magneteisen gemengt (Taberg bei Jönköping), mit Zirkon, Zoisit und Menakan (Pricklerhalt in Kärnthen); Magneteisen, in Lagern von 20 bis 30 Toisen Mächtigkeit, oft gemengt mit körnigem Kalk, mit Apophyllit, Triphan, Grammatit, Amianth, Strahlstein und Erdpech (Dannemora, Gellivara, Kinsivara in Schweden und in Lappland); Schriftgranit (Loch-Läggan in Schottland); Gneiß, mit eingeschlossenen, eckigen Massen eines Gneißes, in der Textur von dem Hauptgestein abweichend (Norwegen). Diese letztere Erscheinung (Wirkung einer gleichzeitigen Krystallisirung?) ist dem Granit von Greiffenstein in Sachsen und von Pic Quairat in den Pyrenäen weit analoger, als dem Trümmer-Gesteine beherbergenden Uebergangs-Gneiß der Valorsine. Die große Urgneiß-Formation, sehr reich an Silber- und Golderzen, in Deutschland, in einigen Gegenden Frankreichs, in Griechenland und in Klein-Asien, galt lange Zeit als das silberreichste Gestein der Erde. Jetzt weiß man, nach den, im nördlichen und südlichen Amerika und in Ungarn gemachten, Entdeckungen, daß die große Menge edler Metalle, in beiden Kontinenten im Umlauf, Formationen angehört, die weit jünger sind als Gneiß und die sämtlichen übrigen Formationen der Urzeit; daß jener Metall-Reichthum den Uebergangs-Gesteinen zusteht, den Syenit-Porphyren und selbst den Trachyten. Der Gneiß, wenig erzführend in der südlichen Hälfte der neuen Welt, zeigt sich auch auf einer mehr gedehnten

Strecke in den aus Ost nach West ziehenden Bergen (Kette des Küstenlandes von Caracas, Cap Codera, Inseln des Tacarigua-Sees, Orinoko, Sierra de la Parime) und in den niedern von der Andes-Kette entfernten Gegenden (ostwärts der Brasilianischen Gebirge), als in dem erhabenen Kamme der Kette selbst. Ich habe den Gneiß (an der Silla von Caracas und an dem Andes-Paß von Quindiu) nicht höher als 1300 bis 1400 Toisen über dem Meeres-Niveau gesehen. Auf dem Rücken der Kordilleren, zwischen Ibague und Carthago (Neu-Grenada oder Cundinamarka), wie in Parama de Chulucanas, im Herabsteigen nach dem Amazonenstrom, überdeckt ein Granit von neuer Formation den Gneiß in 1800 Toisen Höhe. Während in den Gebirgen Europas Gneiß, Glimmerschiefer und jüngerer Granit die erhabensten Gipfel zusammensetzen, zeigen im Gegentheil in den Andes die höchsten Spitzen nichts als ein ungeheures Haufwerk trachytischer Felsarten. Folgt man einer und derselben Bergkette, einer Gebirgsreihe, so sieht man die niederen Gegenden aus Granit-Gneiß oder Gneiß-Glimmerschiefer (Provinz Oaxaca in Neu-Spanien, woselbst der Gneiß goldführend ist; ursprüngliche Kuppe des Quindiu; Almagues, Guamote, im Süden des Chimborazo, Saraguru und Loxa, in den Peruanischen Andes) wechseln mit den erhabenen Gegenden (2000 bis 3300 Toisen) von Trachyten. Diese letztern Gebilde, hervorgebracht oder umgewandelt durch Feuer, überdecken ohne Zweifel, und zuweilen unmittelbar, ohne Zwischen-Lagerung von Uebergangs-Porphyr-Formation, den Granit und den Gneiß; indessen hat, wo ich die Trachyte des Königthums Quito beobachten konnte (Vulkan von Tunguragua, Schlucht des Rio-Puela unweit Penipe) — einen, mit Granaten erfüllten, grünlichen Glimmerschiefer bedeckend, der seines Orts wieder auf einem etwas syenitischen Granite ruhte —, jene Ueberlagerung in der minder beträchtlichen Höhe von 1240 Toisen Statt gehabt. Aus meinem barometrischen Nivellement der Kordilleren ergibt sich im Allgemeinen, daß in dieser ganzen Region der Tropen die Granite und die alten Gneisse, welche man nicht mit den syenitischen und granitischen Felsarten der Uebergangszeit verwechseln darf, nirgends eine Höhe

erreichen, welche die der erhabensten Gipfel der Pyrenäen-Kette überstiege. Alle, den Ur-Gesteinen aufgelagerten Massen, über die Grenze ewigen Schnees (2300 bis 2460 Toisen) hinausreichend, und den Kordilleren ihr eigenthümliches Ansehn von Größe und Herrlichem verleihend, gehören meist nicht Felsarten der Urzeit an, oder Kalk-Gesteinen — nur der Alpenkalk des Plateaus von Gualgayoc und von Guancavelica findet sich in 2100 bis 2300 Toisen Höhe — sondern trachytischen Porphyren, Doleriten und Phonolithen (aus welchen Felsarten die Gipfel des Himalaya bestehen, diese Spitzberge, deren Messung in neuerer Zeit Herrn Webb beschäftigt hat, ist noch nicht bekannt). Der Gneiß der Kordilleren ist bei weitem reicher an untergeordneten Lagern von körnigem Kalk, Glimmer und Kiese führend, als der Glimmerschiefer: auch zeigen sich dort, wie in den Pyrenäen und an dem nördlichsten Ende Europas, die Granaten äußerst häufig im Gneiße, und diese letztere Felsart hört im Allgemeinen nur dann auf, Granaten zu führen, wenn sie dem Glimmerschiefer näher tritt (Avila-Berg unfern Caracas). Ein unbezweifelter Gneiß, ohne Granaten, zeigt sich indessen im Westen von Mariquita, zwischen Rio Quamo und den Gruben von St. Ana (Neu-Grenada). In Brasilien ist, zu Folge der Beobachtungen des Herrn von Eschwege, das Zinnerz nicht dem Granite beigemengt, sondern dem Gneiße (Ufer des Rio-Paraopeba, nicht weit von Villa-Ricca).

Zwischen den beiden großen Formationen von Ur-Gneiß und Ur-Glimmerschiefer, werden wir mehreren Parallel-Formationen eine Stelle anweisen:

Gneiß und Glimmerschiefer;	Ur-Syenit?
Granit, neuer als Gneiß, älter	Ur-Serpentin?
als Glimmerschiefer;	Körniger Kalk.

Zwei dieser Formationen sind vielleicht nicht minder zweifelhaft, wie der ursprüngliche Porphyr, als unabhängige Formation betrachtet.

Gneiß und Glimmerschiefer.

§. 6. Die Lager von Gneiß wechseln mit Glimmerschiefer-Lagern, wie der Gneiß der Formation §. 2 mit Granit wechselt. Es sind keine

Felsarten die in einander übergehen, sondern ungemein scharf begrenzte wechselnde Lager (Reisbach und Jauersberg in Schlesien, Waltersdorf bei Scheibenberg in Sachsen). In den Kordilleren von Amerika, und vielleicht in den meisten mächtigen Gebirgsketten des alten Festlandes, sind, wie der berühmte Dolomieu mir schon 1795 in der Schweitz gezeigt, die gemengten Formationen, die einen periodischen Wechsel zeigenden (formations mixtes ou d'alternation périodique), von Gneiß und Granit, und von Gneiß und Glimmerschiefer, weit weniger häufig, als die einfachen Formationen von Granit, von Gneiß und Glimmerschiefer. Die unabhängige Gneiß-Glimmerschiefer-Formation ruht bald unmittelbar auf der Gneiß-Formation (§. 5), bald selbst auf dem ältesten Granit (§. 1). Im letztern Fall muß sie als eine dem Gneiße parallele Formation gelten. Untergeordnete Lager: körniger Kalk, Hornblende-Schiefer, Grünstein, Serpentin und Thonschiefer mit Strahlstein. Diese untergeordneten Lager wiederholen sich zu mehreren Malen; denn in allen Formationen von periodischem Wechsel, sowohl in jenen der Urzeit als in denen der Uebergangszeit — Granit und Gneiß, Gneiß und Glimmerschiefer, Syenit und Grünstein, Porphyr und Syenit, Porphyr und Grauwacke, schwarzer Kalk und Uebergangs-Thonschiefer — erstreckt sich der periodische Wechsel der Massen bis auf die untergeordneten Lager. Dieß große geologische Gesetz thut sich dar in der ganzen Kordillere der Andes, zumal in den Gebirgen südwärts und südostwärts vom Vulkan Tunguragua, am Condorasto, am Cuvillan und am Paramo del Hatillo, wo — eine seltne Erscheinung in dieser Gegend — der Gneiß-Glimmerschiefer eine Höhe von mehr als 2000 Toisen erreicht und Silbererz-Gänge umschließt, die vordem sehr berühmt gewesen (Weißgültigerz, Spröd-Glanzerz). Diese erzführenden Gneiß-Glimmerschiefer von Condorasto und von Pomalacta unterteufen, nach Süden zu, die Formation der trachytischen Porphyre der Andes von Assuay; sie kommen, in 1700 Toisen Höhe, zwischen den Trümmern des Inka-Pallastes (Ingapilca) und der Meierei von Turche wieder zum Vorschein, und verbergen sich dann von Neuem unter

dem Sandstein von Cuença. Die Waldungen von Quinquina, im Westen von Loxa, bedecken ebenfalls Berge von Gneiß mit Glimmerschiefer wechselnd. Am Andes-Paß von Quindiu, zwischen dem Becken des Rio-Cauca und des Rio Magdalena, ruht die Formation des Gneiß-Glimmerschiefers (oberhalb der Station von Palmilla) unmittelbar auf altem Granit. Sie erreicht eine sehr beträchtliche Mächtigkeit, indem sie von Paramo nach San-Juan ansteigt. Die mit Gneiß wechselnden Glimmerschiefer-Schichten sind ganz frei von Granaten; sie führen, im Valle del Moral (1065 Toisen Höhe), Gänge von Schwefel erfüllt, welche schwefeliche Dämpfe ausstoßen, deren Temperatur bis zu 48° Cent. steigt, während jene der atmosphärischen Luft 20° beträgt. Diese Erscheinung ist um so denkwürdiger, als, im Süden des Erdgleichers, in dem berühmten Schwefelberge von Ticsan, von mir Schwefel aufgefunden worden, der mit Quarz lagerweise vorkommt im Ur-Glimmerschiefer. Die Gneißlager des Quindiu enthalten eingesprengte Granaten und Schichten zersetzten Kaolins. In der Küstenkette von Caracas, zwischen Turiamo und Villa de Cura, nehmen die Granit-Gneiß- und die Gneiß-Glimmerschiefer-Formationen, in einer, der Axe der Kette senkrechten, Richtung, eine Strecke von zehn Stunden Breite ein; der Gneiß-Glimmerschiefer verbirgt sich, nach den Llanos de Venezuela hin, unter grünem Uebergangs-Thonschiefer. Unfern la Guayra, am Cap blanc, umschließt diese Formation untergeordnete Lager von Chloritschiefer mit Granaten und Körnern von Magneteisen, von Hornblendeschiefer und von Grünstein mit Quarz und Kiesen gemengt. Auf den Küsten Brasiliens, wo mehrere Ur-Gebirgsketten, in der Richtung eines Meridians und den Andes von Peru und Chili parallel streichen, setzen Lager von Granit, von Gneiß und von Glimmerschiefer eine Formation zusammen und wechseln in periodischen Reihen (Ilha grande, südwärts von Rio-Janeiro, bei Villa d'Angra dos Reis, nach der Beobachtung des Herrn von Eschwege). Jene drei Felsarten sind einander dort gleichzeitig, wie die Syenite, welche bald mit Thonschiefer, bald mit Uebergangs-Grünstein wechselnd erscheinen.

Granite, neuer als Gneiß, älter als Ur-Glimmerschiefer.

§. 7. Ich vereinige hier mehrere, einander ungefähr parallele, Formationen von Granit, gelagert zwischen Gneiß und Glimmerschiefer, wie der zinnerzführende Granit (hyalomicte, Graisen) von Zinnwald und Altenberg in Sachsen, der scheinbar auf Gneiß ruht und sehr viele schwarze Turmaline führt; die meisten Schriftgranite, Lepidolith umschließend (Rozena in Mähren), die Granite mit Epidot; die Granite mit untergeordneten Lagern von Weißstein oder Eurit (Reichenstein in Schlesien); die Granite mit Speckstein und Chlorit, häufig auch mit eingesprengter Hornblende und das Ansehn von Syenit, oder von Chloritschiefer sich zueignend (Protogynes des Mont-Blanc und fast der ganzen Alpenkette zwischen dem Mont-Cenis und dem St. Gotthard; wahrscheinlich auch die Felsart von Rehberg am Harz); die Granite der Pyrenäen, so sorgsam erforscht durch Herrn **von Charpentier**, mit zahlreichen Lagern von Gneiß, Glimmerschiefer und von körnigem Kalk. Vielleicht gehören die Granite von Altenberg (wenigstens ist dieß die Meinung des Herrn **Beudant**) zu den untern Lagen der Uebergangs-Porphyre; vielleicht sind die Granite der Pyrenäen, stockförmige Lager von Ur-Grünstein (Diabase, Diorit) umschließend, selbst neuer als die große Glimmerschiefer-Formation (§. 11), wie die zinnerzführenden Granite des Fichtelbergs, in welchem Grünstein vorkommt (Ochsenkopf, Schneeberg in Franken) und von denen vorläufig in §. 3 die Rede gewesen. Den nämlichen Zweifel hege ich hinsichtlich vieler Granite, in welchen zahlreiche Silbererz-Gänge aufsetzen, über alle Granite mit Granaten, und über die porphyrartigen Granite (mit sehr großen rothen oder weißen Feldspath-Krystallen), welche nicht selten so regelrecht geschichtet erscheinen als der Flötzkalk. Der Zinn-Stockwerke von Geyer und von Schlackenwald habe ich hier nicht gedenken wollen, weil die Granite, sie beherbergend, nichts sind, als Lager im Gneiß und im Glimmerschiefer: es sind keine wahren Felsarten, keine unabhängigen Formationen, wie

die Granite von Karlsbad oder vom Fichtelgebirge. In Amerika lassen sich, mit einiger Wahrscheinlichkeit, die Granite vom östlichen Abhange der Mexikanischen Kordilleren (Plateau vom Papagallo und von der Moxonera) der Granit-Formation beizählen, welche jünger ist als Gneiß und älter als Glimmerschiefer: sie sind entweder porphyrartig, oder kugelich abgesondert; sie umschließen Syenit-Lager mit Gängen von dichtem Urgrünstein (basanite). Ich habe sie regelmäßig geschichtet beobachtet, die Schichten 7 bis 8 Zoll mächtig und das Streichen mit dem aufgelagerten Uebergangs-Porphyr und Alpenkalk theilend. Zwar kennt man allerdings die Felsarten nicht, welche diese Mexikanische Granit-Formation überdecken: es sind diejenigen, auf welchen alle andere Gesteine Mexikos gelagert sind; aber die Merkmale im Bestand und in der Struktur, die sie im Großen wahrnehmen lassen, und ihr Uebereinstimmendes mit andern geschichteten Graniten der hohen Peruanischen Andes, lassen mich glauben, daß sie jünger sind, als die Formation §. 11. Dem Granit, älter als Glimmerschiefer, aber neuer als Gneiß, gehört, mit mehr Verlässigkeit, jener von La Garita del Paramo an, am Fuße des erlöschten Feuerberges von Tolima (Andes von Quindiu); jener von der Silla de Caracas; die regelmäßig geschichteten, aber nicht in Gneiß übergehenden, Granite von Las Trincheras in der Küstenkette von Venezuela; die Granite der ausgedehnten Berggruppe von Parime, die entweder eine regelrechte Schichtung zeigen (Engpaß des Baraguan, Thal des niedern Orinoko), oder übergehen in Schriftgranite (Esmeralda und Zusammenfluß des Ucamu, hoher Orinoko), oder in Hornblende-Gesteine (Stromfälle von Atures). In der gewaltigen granitischen Berggruppe, das Becken des niedern Orinoko von jenem des Amazonen-Flusses scheidend, wiederholen sich einige der Erscheinungen, in Finnland und in Norwegen beobachtet: kein anderes Gestein geht daselbst zu Tage aus, als Granit. Da, wo ich die Sierra Parime im Norden, Westen und Süden durchwandert habe, bemerkte ich, mit einziger Ausnahme einiger nicht beträchtlicher Sandstein-Massen, einen gänzlichen Mangel der Flötz-Formationen; selbst die, dem Granite

von neuerer Bildung folgenden, Felsarten fehlten. Dieser Granit und der ihn tragende Gneiß setzen, da, wo kleine Ebenen die Berge von einander scheiden, mitten in Waldungen, mitten zwischen einem üppigen Pflanzenwuchse, nakte Felsbänke zusammen, von mehr als 250,000 Geviert-Toisen und kaum 3 bis 4 Zoll über den umgebenden Boden emporsteigend. Aus der südlichen Erdhälfte kann ich, als Beispiele vom Vorkommen des Granits jüngerer Formation anführen: den Felsen von Pareton (östlicher Abhang der Andes in Peru, zwischen Guancabamba und dem Amazonen-Strom), wo der Speckstein führende Granit in Protogyn übergeht; den Granit von Paramo de Patagrande und von Nunaguacu, geschichtet, frei von Hornblende; die Felsart von Yanta, geschichtet, wie der Granit vom Ochsenkopf im Frankenlande, unter dem Glimmerschiefer am Gualtaquillo und Aipata sich verbergend, und mit einzelnen Krystallen von Hornblende, ohne in wahren Syenit überzugehen (Kordillere von Gueringa, im Westen von Guancabamba). Aus diesen Beispielen ergibt sich, daß, in den Andes, wie in den Alpen, zumal in beträchtlicher Höhe, ein granitisches Gestein den Ur-Gneiß überdeckt. Man bleibt zweifelhaft, ob die Ur-Grünsteine, untergeordnete Lager in den Formationen §§. 3, 5, 6 und 7 bildend, mitunter, wie dieß von einigen Geognosten behauptet wird, nicht blos Hornblende mit Feldstein gemengt aufzuweisen haben, sondern auch Augit. Herr von **Charpentier** sah die letztere Substanz in großen Massen im Ur-Kalk der Pyrenäen. Kokolith findet sich ebenfalls im Ur-Grünstein des Champlain-Sees: unbezweifelte Augite, denen entsprechend welche den Trachyten und einigen Uebergangs-Porphyren Quito's eigen sind, kamen mir nur in den Uebergangs-Grünsteinen und Mandelsteinen von Parapara (Berge von Venezuela) vor.

Ur-Syenit?

§. 8. Die meisten Syenite der alten und der neuen Welt, welche man vordem als unabhängige Felsarten und von ursprünglicher Bildung ansprach, sind entweder Granite mit Hornblende, das heißt den Graniten untergeordnete Lager §§. 7 und 11 — Syene, nicht

Philä, woselbst die ersten Wasserfälle Ober-Aegyptens sich im Gneiße finden; Atures, oder Wasserfälle des Orinoko; Thal Macara und Gualtaquillo, am östlichen Abhange der Peruanischen Andes — oder Uebergangs-Formationen — Berg Sinai, zu Folge der wichtigen Beobachtungen des Herrn Roziere; Plauischer Grund bei Dresden; Guanaxuato in Mexiko — innig verbunden mit Porphyr, Grünstein und Thonschiefer der Uebergangszeit. Einige wahrhafte Syenite schienen mir indessen auch nicht eine Spur solchen Verbundenseyns zu verrathen; sie setzen vielleicht selbstständige Primitiv-Formationen zusammen; dahin gehören: der Syenit mit vielem röthlichem Feldspath und wenig Hornblende, fast frei von Quarz, ohne Glimmer, ohne Titaneisen, von Cerro Munchique (mittlere Kordillere der Andes von Popayan, im Osten der Meierei von Cascabel), auf Gneiß gelagert, und zum Theil (?) überdeckt mit Ur-Glimmerschiefer; der Syenit von Paramo de Yamoca (östlicher Abhang der Peruanischen Andes, unfern der Indianischen Dörfer Colascy und Chontaly), ruhend auf dem Granite von Zaulaca und bedeckt mit dem Schiefer des Sees von Hacatacumba. Da jener Schiefer seiner Seits einen grünen Uebergangs-Porphyr trägt und dieser Porphyr wiederum einen schwarzen, Muscheln führenden, Kalk (San Felipe, Provinz von Jaen de Bracamoros): so bleibt unentschieden, ob der Syenit von Yamoca und der Schiefer von Hacatacumba nicht auch Uebergangs-Gesteine sind, mithin neuer als die Syenite des Cerro Munchique in den Andes von Popayan.

Sind die Syenite aus weißem Feldspathe und grüner Hornblende am Fuße des Mont-Blanc (Cormayeur), und die Syenite von Biela, mit Euphotiden vorkommend, Erzeugnisse der Urzeit?

Ur-Serpentin?

§. 9. Die großen Euphotid-Formationen (Gabbro oder Serpentin-Felsarten) sind neuer als der Ur-Thonschiefer und gehören theils schon den Gesteinen des Uebergangs-Gebirges an. Die kleine Formation, welche wir hier bezeichnen, ist mit der zu Zöblitz in Sachsen vorkommenden übereinstimmend: sie ruht auf Gneiß und ist von

keiner andern Gebirgsart überdeckt. Im südlichen Amerika scheint der Serpentin (ohne metallisirenden Diallagon, wohl aber mit Granaten) aus den Bergen von Higuerote (unfern San-Pedro, zwischen der Stadt Caracas und den Aragua-Thälern) dem Sächsischen analog; er ruht auf dem kalkigen Gneiß von Buenavista, welcher, eine diesen Gegenden ziemlich seltene Erscheinung, in granatführenden Glimmerschiefer übergeht. Da indessen dieser Serpentin keine Ueberlagerung durch irgend ein anderes Gestein zeigt, so ist sein Alter etwas zweifelhaft geblieben. Was mir für ein höheres Alter zu sprechen scheint, ist der Umstand, daß, ehe derselbe als eigene selbstständige Formation auftritt, er sich in, dem Gneiß-Glimmerschiefer untergeordneten, Lagern zeigt, ungefähr wie die Serpentine des Aosta-Thales.

Urkalk.

§. 10. Gibt es eine selbstständige Formation des körnigen Kalkes unter den Ur-Felsarten? Oder sind sämmtliche körnige Kalke, wie man bis jetzt ziemlich allgemein angenommen, nichts als untergeordnete Lager, im Gneiße, im Glimmerschiefer, im neuern Granit und im Thonschiefer auftretend? In den Pyrenäen sieht Herr **von Charpentier** den körnigen Kalk aus dem Thale Vicdessos, der zuweilen schwärzlich ist und mit Graphit gemengt, auch große Graphit-Massen (Lherzolit, Augitfels) und Grünstein-Lager umschließt, als eine verbreitete und selbstständige Formation an. Eine solche Autorität ist allerdings von großem Gewicht. Südwärts des Aequators, auf der Hochebene von Quito (am Cebollar und an den Ufern des Rio Machangara, nicht weit von Cuença, dann bei Portete im Llano von Tarqui) findet man auf dem Glimmerschiefer von Guasunto und von Cannar einen weißen, großkörnigen, dem schönsten Marmor von Carara sehr ähnlichen Kalk, der mit Lagen fast dichten Kalksteines, der gestreift und durchscheinend ist, wechselt. Lange Zeit habe ich diesen versteinerungsfreien, körnigen Kalk als eine primitive selbstständige Formation angesehen; allein er zeigt sich nur mit rothem Sandstein von Nabon überlagert, und

eine sehr ähnliche Formation (Tolonta bei Chillo) in der Mitte eines Gebildes von Trachyten und Uebergangs-Porphyren macht das Alter der Formation von Cuença sehr zweifelhaft. Die Urkalk-Bänke, den Granit-Gneiß-Formationen untergeordnet, sind um Vieles seltner in Amerika, als in den Alpen. Bei sorgsamer Untersuchung der Granit-Gneisse von Parima, zwischen dem 2ten und 8ten Grade nördlicher Breite, ist mir nicht ein einziges Lager der Art vorgekommen.

III. Ur-Glimmerschiefer.

§. 11. Der Glimmerschiefer ruht am häufigsten auf Gneiß; in andern Fällen auch unmittelbar auf Granit (§. 1), mit welchem er wechselt (Schneeberg im Erzgebirge Sachsens; Minas Geraes in Brasilien), ehe er als selbstständige Formation auftritt. Er unterscheidet sich vom Gneisse, wenn beide Felsarten scharf gesondert erscheinen (was in der Hochkette der Alpen und der Kordilleren von Peru bei weitem seltner ist, als in den Ebenen) durch die Zusammenhäufungsweise des Glimmers, der im Glimmerschiefer eine nicht unterbrochene Oberfläche zeigt. Von allen Ur-Formationen des mittlern Europa ist der Glimmerschiefer die am meisten entwickelte und zugleich diejenige, welche die größte Mannigfaltigkeit untergeordneter Lager aufzuweisen hat: dieß Verschiedenartige der Lager nimmt zu, je mehr der Glimmerschiefer sich entfernt vom Granit. Die Glimmerschiefer der Pyrenäen, welche man sehr entschieden als der Urzeit zugehörig betrachtet, umschließen nicht selten Chiastolith, und dieß Mineral dringt zuweilen vor bis in die untergeordneten Lager von Thonschiefer und von körnigem Kalk. Dem Glimmerschiefer untergeordnet, sind: Chloritschiefer mit Granaten; Gemenge aus Glimmerschiefer und körnigem Kalk (Splügen, zwischen Glaris und Chiavenna; Pic de Midi von Tarbes in den Pyrenäen); Thonschiefer; körniger Kalk und Dolomit mit Grammatit, Epidot, Talk, Turmalin, Lepidolith, Hornblende, Magneteisen und Korund; körniger Kalk mit Quarz (Pyrenäen); Dolomit mit primitivem Gyps gemengt (Paß Splügen in den Alpen); schieferiger, glim-

meriger Quarz, Gestellstein; Grünstein und Grünsteinschiefer (Montana de Avila, Cabo blanco unfern Caracas); grünlichschwarzer Feldstein (dichter Grünstein); Topfstein (Ursern); Talkschiefer mit Granat, Disthen, Turmalin und Strahlstein; Serpentin ohne Einmengungen (Sillthal in Tyrol); Serpentin mit körnigem Kalk gemengt, Verde antico (Reichenstein, Rörsdorf, und Rothzeche in Schlesien); Hornblendeschiefer (Saint-Pierre, südlich vom großen Sankt-Bernhard); gemeine Hornblende in großen Massen (Schönberg in Tyrol); Syenit (Mittelwald in Tyrol); Granat mit Magneteisen (Braunsberg bei Freiberg, Frauenberg bei Ehrenfriedersdorf in Sachsen); Granat mit Augit-Omphacit und Hornblende (Gefrees und Schwarzenbach im Baireuthischen; Saualpe in Kärnthen); Granat mit Strahlstein und Disthen; Flußspath) Messersdorf); Glimmerschiefer-Lager, Gneiß-Massen umschließend, die vielleicht von gleichzeitiger Formation sind (Toffle in Norwegen); Lager, von mehreren Fuß Mächtigkeit, bestehend aus einem innigen Gemenge von Feldstein, Quarz und Glimmer (Kühlstad bei Drontheim in Norwegen); Glimmerschiefer mit schwarzem Glimmer und Graphit[1] (Sneehöttan in Norwegen, Huffiner im Wallis). Ich erwähne des Gypses im Canaria-Thale unfern Airolo nicht, den Herr **Freiesleben** und ich im Jahre 1795 für einen, dem Glimmerschiefer eingelagerten, Urgyps ansprachen, welcher aber von den Herrn **Brochant** und **Beudant** (die beide die Gegend besonders und mit Sorgfalt untersuchten) als ein, dem Glimmerschiefer aufgelagerter, Uebergangsgyps erkannt wurde. Oft enthält der Glimmerschiefer Hornblende, durch das Ganze seiner Masse verbreitet (Salzburg, St. Gotthard, Oberwiesenthal in Sachsen, Sommerleiten bei Baireuth). Die Smaragde von Sabara in Ober-Aegypten, aufgefunden von dem kühnen Reisenden Herrn **Cailliaud**, so wie jene im Salzburgischen, sind der Masse des Glimmerschiefers selbst eingemengt, wie auf beiden Kontinenten Granat,

---

1 Micaschiste avec mica noir et carburé, heißt es in der Urschrift. (Der Uebers.)

Staurolith (St. Gotthard, Sierra Nevada de Merida) und Disthen (Shetland-Inseln; Maniquarez, nördlich von Cumana). Die Smaragde von Muzo, in Neu-Grenada, habe ich für ein, von Hornblendeschiefer, der dem Glimmerschiefer untergeordnet ist, eingeschlossenes Lager gehalten. Betrachtet man die Formation nur in Beziehung des Umfangs ihrer Masse, so läßt sich nicht in Abrede stellen, daß der Glimmerschiefer in den Gebirgsketten Europas eine fast so bedeutsame Rolle spiele, als dieß der Fall ist rücksichtlich der Uebergangs-Porphyre und der Trachyte in Mexiko und in den Andes von Quito und Peru. Die mächtigsten, zusammenhängenden Massen von Glimmerschiefer, welche ich in Amerika zu sehen Gelegenheit hatte, sind jene der Kordillere des Küstenlandes von Venezuela, wo der Granit-Gneiß sich herrschend zeigt vom Vorgebirge Codera bis zur Punta-Tucacas im Westen von Portocabello, während dieselbe Kordillere nach Osten hin, in den Bergen von Macanao der Insel La Marguerite und in der ganzen Halbinsel Araya, aus Glimmerschiefer und selbst aus Granaten führendem Glimmerschiefer zusammengesetzt ist. Im Westen von Chuparipari zeigt der Glimmerschiefer kleine Lager von Quarz mit Disthen und Rutil. Unfern Caracas bildet der körnige Kalk nicht Lager im Glimmerschiefer, wohl aber im Gneisse; in den Gebirgen von Tuy hingegen ist es ein, in Talkschiefer übergehender, Glimmerschiefer (wie namentlich im Thale Capaya), der Lager von Urkalk und, minder mächtige, Lager von Zeichenschiefer umschließt. Im Süden des Orinoko, in der Berggruppe der Parime, auf einer Längen-Erstreckung von 180 Stunden, habe ich keinen wahrhaften, dem Granit-Gneiß aufgelagerten, Glimmerschiefer gesehen. Jene Formation allein, der Granit-Gneiß, scheint die weitgedehnte Gegend zu überdecken; aber der Gneiß geht hier zuweilen in Glimmerschiefer über: er verleiht den Abhängen einiger erhabener Berge (Pic Calitamini, Cerro Ucucuamo, zwischen den Quellen des Essequebo und des Rio Branko), beim Auf- und Niedergehen der Sonne, einen eigenthümlichen Glanz; dieß hat mit Veranlassung gegeben zur Sage vom Dorado und von den Reichthümern des Spanischen Guyana. In den Kordilleren der Andes

scheint mir die selbstständige Glimmerschiefer-Formation weniger selten im Norden, als im Süden des Aequators. Am Nevado von Quindiu (Neu-Grenada) erreicht sie eine Höhe von mehr als 600 Toisen. Von hier weiter vordringend, durch Quito und Loxa nach den Andes von Peru, sieht man den Glimmerschiefer unter den Trachyten und Uebergangs-Porphyren von Popayan (im Süden der Vulkane von Sotara und von Purace) heraustreten; noch weiter bleibt jenes Fels-Gestein stellenweise sichtbar, von Alto del Roble (ein Bergkamm, der Wassertheiler zwischen dem stillen Ocean und dem Meere der Antillen) bis ins Thal von Quilquase. Dann verbirgt es sich wieder hier und da unter Trachyten mit Phonolith-Grundmasse und erscheint von neuem, wie unter andern zwischen Almaguer und dem Rio Yacanacatu, zwischen Voisaco und dem Vulkan von Pasto, zwischen Gansce und dem Feuerberg von Tunguragua; zwischen Guamote und Ticsan unfern Alausi, — woselbst der Glimmerschiefer ein unermeßliches Lager von Quarz umschließt, das Schwefel enthält; ferner ein Lager (?) von Urgyps — zwischen Quasunto und Popallacta, zwischen dem Cannar und Burgay (am südlichen Theil der trachytischen Gruppe von Assuay), endlich zwischen Loxa und Gonzanama. In der Nähe dieses letztern Ortes ist es, wo, in der Schlucht von Vinayacu, ein Lager blätterigen Graphites in einem Glimmerschiefer gefunden wird, der ohne Zweifel der Urzeit zugehört. Von Loxa herabsteigend, über den Paramo von Yamoca, nach dem Amazonen-Strome zu, zwischen 4 und 5 ½° südlicher Breite, im Thale von Pomahuaca, zeigt sich ein Granit zweiter Formation mit Glimmerschiefer überlagert; im Allgemeinen ist es aber in diesen Theilen der Kordillere nicht der Glimmerschiefer, der sich sehr bedeutend entwickelt hat, sondern Ur-Syenit und Ur-Thonschiefer treten in mächtiger Verbreitung auf überall, wo der Boden nicht bedeckt erscheint mit Trachyten oder mit Porphyren. In Neu-Spanien ist der Glimmerschiefer sehr häufig (Gold-Grube von Rio San Antonio) in der Provinz von Oaxaca: weiter nordwärts jedoch (16 bis 18° nördlicher Breite), auf dem östlichen Abhang der Kordilleren, zwischen Acapulco und Sumpanco, ist der

Granit selbst nicht mit Gneiß überlagert; es ruhet unmittelbar Alpenkalk darauf (Alto del Peregrino) und Uebergangs-Porphyre (la Moxonera, Acaguisotla). Indeß zeigt sich ein Glimmerschiefer, ohne Granaten und zuweilen in Thonschiefer übergehend, in der reichen Grube von Tehuilotepec und von Tasco (zwischen Chilpansingo und Mexiko), unterhalb des Alpenkalkes. Gänge von Rothgültigerz setzen aus der einen Felsart in die andere über, der großen Alter-Verschiedenheit ungeachtet, die man hinsichtlich ihrer Formation annehmen muß. Im ganzen Gebiete der Andes ist mir nicht ein einziges Beispiel bekannt vom Vorkommen eines Porphyr-Lagers im Glimmerschiefer, oder von einem Uebergang der letzten Gebirgsart in ein porphyrartiges Gestein: Uebergang, welcher, zu Folge der wichtigen Beobachtung des Herrn **von Buch**, in den Alpen des Splügen Statt hat, zwischen dem Dorfe gleiches Namens und dem Thale von Schams. Die Ur-Gebilde, in welchen der Glimmerschiefer besonders häufig erscheint, sind die, welche dem Oryktognosten die größte Mannichfaltigkeit krystallisirter Substanzen liefern. Jene Felsarten, so reich an Kali, wetteifern in dieser Beziehung mit den Mandelsteinen der Uebergangszeit und mit verschiedenen vulkanischen Gebirgsarten. Nur äußerst selten gewahrt man in der Natur eine Entwickelung, die ungefähr jener der drei Formationen des Gneisses, des Glimmerschiefers und des Thonschiefers gleich käme; und wenn eine solche Entwickelung Statt gefunden, so ist dieß mehr der Fall in minder erhabenen Bergen, und da, wo diese sich in die Ebene verlaufen, als in den hohen Ketten der Andes, der Alpen, der Pyrenäen und der Gebirge von Norwegen. Nirgends vielleicht ist ein gänzliches Zurückdrängen der glimmerigen oder schieferigen Formationen häufiger als in den Kordilleren von Mexiko und in jenen des südlichen Amerika. Man sieht die Reihenfolge der Urgebirge plötzlich abgebrochen, sey es beim Granit-Gneiß, oder bei einem Syenit, den ich für primitiv zu halten geneigt bin, oder beim Gneiß-Glimmerschiefer. Diese Erscheinung findet selbst da Statt, wo, wie unter andern an den Kordilleren von Parime, Trachyte und alle vulkanischen Phänomene gänzlich fehlen.

Granit, neuer als Glimmerschiefer, älter als Thonschiefer.

§. 12. Ein Granit neuerer Formation, ruhend auf Glimmerschiefer, dem er geognostisch angehört (Sankt Gotthard in den Alpen, Reichenstein in Schlesien). Oft zeigt er sich geschichtet (Högholm in Norwegen, nach Herrn von Buch; Maifriedersdorf und Striegau in Schlesien, nach Herrn Schulze); er umschließt Granaten und Hornblende, und geht in ein sehr großkörniges, sienytisches Gestein über. Der Quarz desselben ist ausgezeichnet durch seine starke Durchsichtigkeit; der Feldspath, durch die Größe seiner Krystalle. Zuweilen ist dieser Granit speckstheinhaltig; er deutet auf einen Rücktritt der schieferigen Felsarten zu den körnigen und krystallinischen Gesteinen. Der Granit von Mittelwald, nordwärts von Brixen (Paß der Alpen am Brenner), ruht auf Ur-Syenit, der zu verschiedenen Malen mit Glimmerschiefer wechselt. Der Granit mit Topasen vom Schneckenstein in Sachsen, der lange Zeit als eigene Felsart galt (Topasfels), ist wahrscheinlich nichts als ein stehender Stock im Glimmerschiefer. In den Andes von Baraguan, von Quindiu und von Herveo, glaube ich an eine Granit-Formation, ähnlich jener des Sankt Gotthards, d. h. jünger als Glimmerschiefer: sie ist da zu suchen, wo mehrere neue Granite zu Tag ausgehen, auf dem Kamm der Kordilleren; auf ihr ruhen die Pics von Trachyten. Ist es dieselbe Formation, welcher der Granit von Krieglach in Steiermark angehört, in welchem der Lasulith (Blauspath) den Feldspath vertritt, und der interessante Granit von Carnatic, dessen Kenntniß wir dem Herrn Grafen von Bournon verdanken? Dieser letzte Granit ist zusammengesetzt aus Indianit, Feldspath und Korund, und führt zugleich Granaten, Epidot und Fibrolit.

Gneiß, neuer als Glimmerschiefer.

§. 13. Eine kleine, Granaten führende, Gneiß-Formation, durch Herrn von Buch beobachtet. Sie überlagert den Glimmerschiefer (Bergen, Claßneß und Klöwen in Norwegen) und schließt unter-

geordnete Lager ein von körnigem Kalk und selbst von Glimmerschiefer. Dieselbe Formation findet sich in den Pyrenäen wieder.

Grünstein-Schiefer?

§. 14. Der Grünstein-Schiefer liegt zwischen Gneiß und Ur-Thonschiefer (Siebenlehn, Rosenthal), oder zwischen Glimmerschiefer und Ur-Thonschiefer (Gersdorf und Roßwein in Sachsen); in ihm setzen sehr alte Gänge auf, die Silbererze führen. Ferner findet man den Grünstein-Schiefer als untergeordnetes Lager im Glimmerschiefer. Es ist eine Feldstein-Formation, deren Selbstständigkeit mir noch ziemlich zweifelhaft scheint.

IV. Ur-Thonschiefer.

§. 15. Weniger kohlenstoffreich und meist lichter von Farbe als der Uebergangs-Thonschiefer. Wenn der Ur-Thonschiefer in Glimmerschiefer übergeht, so zeigt sich der Glimmer sehr großblätterig zerspalten, während der Glimmer, in einzelnen kleinen Blättchen zerstreut, den Uebergangs-Thonschiefer bezeichnet. Untergeordnete Lager: blaulicher, körniger Kalk, Porphyr, Chloritschiefer mit Granaten und Sphen, Glimmerschiefer (Klein-Kielwig in Norwegen); Grünstein, aber bei weitem minder häufig, als im Uebergangs-Thonschiefer; Grünstein-Schiefer, Quarz mit Epidot, Gemenge aus Diallagon und Feldspath. Die dem Ur-Thonschiefer untergeordneten Lager sind seltener als jene des Glimmerschiefers, in welcher Felsart das Mannichfache der Lager und die vielartige Häufigkeit krystallisirter Mineralkörper ihr Höchstes erreicht haben, von dem Ur-Granit an, bis zu den Gesteinen der Uebergangszeit. Betrachtet man im Großen das Abweichende der Ur- und der Uebergangs-Thonschiefer, so lassen sich für jene mehrere, sehr bedeutsame, verneinende Merkmale angeben, wie, zum Beispiel, die Abwesenheit einzelner, rundlicher Massen oder ganzer Lager dichten Kalksteins; der Mangel von, durch die Masse zerstreuten Chiastolithen, und von glänzenden, sehr kohlenstoffreichen Thonschiefer-Blättchen; endlich das Fehlende häufiger Grünstein-Lager (in Kugeln), des Alaun- und des Zeichen-

schiefers, des Lydischen Steins und des Kieselschiefers: aber man muß nicht übersehen, daß solche allgemeine Regeln einzelne Ausnahmen erleiden, die den erfahrnen Geognosten um so weniger überraschen dürfen, als der Uebergangs-Thonschiefer, je nach dem Beziehlichen des Formationen-Alters, oft dem Ur-Thonschiefer unmittelbar folgt. Im letztern findet man, auf den Gipfeln der Pyrenäen und bei Kielwig in Norwegen, Chiastolith. Herr von Raumer hat in Schlesien (Rohrsdorf, Nieder-Kunzendorf) zugleich untergeordnete Lager von Feldstein-Porphyr gefunden, von Gneiß-Glimmerschiefer, von körnigem Kalk, von Alaun- und von Kieselschiefer. In Amerika (Kette des Küstenlandes von Venezuela, Erdenge von Araya, Cerro de Chupariparu) habe ich in einem Thonschiefer, der in, Disthen führenden, Glimmerschiefer, auf dem er gelagert ist, übergeht, zugleich Lager von Rutil und von glänzendem Alaunschiefer beobachtet, die von kleinen Alaun-Gängen durchsetzt werden. Zuweilen ist es höchst schwierig, mit Genauigkeit anzugeben, wo die Ur-Thonschiefer aufhören, wo die Uebergangs-Thonschiefer anfangen. Die schwärzlich-blauen Schiefer von Piedras Azules (zwischen Villa de Cura und Parapara, am alten Nord-Gestade der Llanos, oder der Steppen von Venezuela), jene von Guanaxuato, in Mexiko — deren untere Schichten in Talk und Chloritschiefer übergehen, während die obern sich reich zeigen an Kohlenstoff und Lager von serpentinischem Syenit einschließen — finden sich auf solch einer Grenze zweier zusammenhängender Gebilde. Es unterliegt keinem Zweifel, daß auf beiden Kontinenten die größte Masse von Schiefern der Uebergangszeit angehört; aber in Amerika, zumal in den Aequinoktial-Gegenden, sieht man sich weniger überrascht von jenem Unterschied, als von der unbedingten Seltenheit aller Thonschiefer im Vergleich zu den Glimmerschiefern. Der Kordillere von Parime, durch welche der Orinoko sich eine Bahn zu brechen gewußt, scheint der Thonschiefer gänzlich zu fehlen: in den Andes, wie in dem Pyrenäen-Gebirge, nimmt er nur Gebiete von wenig beträchtlichem Raum ein. Ich habe ihn im Norden des Erdgleichers gefunden, als Unterlage der Flötz-Formation des Plateaus von Santa Fe de Bogota,

zwischen Villeta und Mave; südwärts des Aequators, auf den Glimmerschiefern von Condorasto gelagert, und bedeckt von den Uebergangs-Porphyren von Alto de Pilches, zwischen San Luis und Pomallacta (Andes von Quito); unter dem Alpenkalk von Hualgayoc, in 2000 Toisen Höhe, zu Tag gehend, im Paramo von Yanaguanga (Kamm der Peruanischen Andes); dem alten Granit unmittelbar aufgelagert, zwischen den indischen Dörfern San-Diego und Cascas (westlicher Abhang der Peruanischen Andes). Ob der, einen, dem Granit zugehörigen, Syenit überdeckende Thonschiefer an den Ufern des Hacatacumba und am Paramo von Yamoca (östlicher Abhang der Andes von Peru, Provinz Jaen de Bracamoros) den Formationen der Urzeit beizuzählen sey, ist mir nicht bekannt. Die unmerklichen Uebergänge zwischen Graniten, Gneissen, Glimmerschiefern und Thonschiefern, und welche ihre Aehnlichen finden in den Uebergängen aus den Syeniten und Serpentinen in Uebergangs-Grünsteine, haben bei manchen Gebirgskundigen den Glauben rege gemacht, als seyen jene vier Formationen nur eine einzige. In der That bemerkt man in manchen, weitgedehnten, Landstrecken, daß der Gneiß unaufhörlich schwankt zwischen Granit und Glimmerschiefer, der Glimmerschiefer zwischen Gneiß und Thonschiefer; allein diese Erscheinung ist keineswegs eine allgemeine. Man muß in beiden Erdhälften unterscheiden: 1) die Gebilde, wo solche unmerkliche Uebergänge, jenes Schwanken zwischen nachbarlichen Felsarten häufig und auf sehr regellose Weise Statt haben; 2) die Gebilde, wo deutliche Schichten von Granit und Gneiß, von Gneiß und Glimmerschiefer wechseln mit einander und zusammengesetzte Formationen aus Granit und Gneiß, aus Gneiß und Glimmerschiefer bilden; endlich, 3) jene Gebilde, oder einfache Formationen, wo Granit, Gneiß, Glimmerschiefer und Thonschiefer ohne Wechsel aufgelagert erscheinen, mit, oder ohne gegenseitige Uebergänge an den Berührungs-Flächen. Der letztere Fall schließt keineswegs aus, daß der Gneiß, zum Beispiel, nicht Lager von Granit aufnehmen könne, die tiefer gelagerten Gesteine ins Gedächtniß zurückrufend; noch untergeordnete Lager von Glimmerschiefer, gleichsam als Vorboten von

den Gesteinen auftretend, die, den Gneiß bedeckend, gefunden werden dürften.

An den Thonschiefer reihen sich vier Parallel-Formationen:

Quarzfels. Ur-Porphyr?
Granit-Gneiß, neuer als Thonschiefer. Primitiver Euphotid.

Die erste dieser Formationen ist in Europa wenig gekannt: die dritte scheint zweifelhaft, in Beziehung auf ihre Selbstständigkeit.

Quarzfels (mit Massen von Eisenglimmer).

§. 16. Hieher die große Formation, welche den Itakolumit (oder Gelenkquarz, biegsamen Sandstein, Chlorit-Quarz) des Herrn **von Eschwege** umfaßt, und die Lager von Eisenglimmer und von Eisenglanz. Im Süden des Erdgleichers, in den Gebirgen Brasiliens und in den Kordilleren der Andes trifft man Quarzmassen, theils ganz rein, theils im Gemenge mit Talk oder Chlorit, welche durch die ungeheure Mächtigkeit ihrer Lager und durch das sehr Gedehnte ihrer Erstreckung die Aufmerksamkeit der Geognosten verdienen. Diese verschiedenartigen Quarz-Gesteine scheinen mehrere Formationen von höchst verschiedenartigem, beziehlichem Alter darzubieten. Im südlichen Amerika finden sich einige derselben einem Thonschiefer verbunden, der unbezweifeltes Glied der Urzeit ist: andere, deren Lagerungs-Beziehungen bei weitem schwieriger auszumitteln sind, trifft man zwischen Uebergangs-Porphyren und Alpenkalk; sie vertreten zuweilen den rothen Sandstein. Hier ist ausschließlich von den erstern die Rede; die Formationen, deren Lagerungs-Verhältnisse genüglich bekannt sind, sollen geschieden bleiben von jenen, die mehr Ungewisses bieten. Auf dem Plateau von Minas-Geraes unfern Villa-Rica (zu Folge der lehrreichen Beobachtungen des Herrn **von Eschwege**, General-Bergwerks-Direktor in Brasilien) ist ein Glimmerschiefer, der Lager körnigen Kalkes enthält, überdeckt mit Ur-Thonschiefer. Auf der letzten Felsart ruht, ingleichförmiger Lagerung, Chlorit-Quarz, die Masse des Piks von Itakolumi bildend,

in 1000 Toisen Höhe über der Meeres-Oberfläche. Diese Quarz-Formation umschließt wechselnde Lager: 1) von weissem, grünlichem, oder bandartig gestreiftem, goldführendem Quarz, mit Talk-Chlorit gemengt, und Schichten zeigend von biegsamem Quarz, den man irriger Weise den Greisen, oder Quarzlagern im Glimmerschiefer, hat beizählen wollen; 2) von schieferigem Chlorit; 3) von goldführendem Quarz, mit Turmalin untermengt (Schörl-Schiefer **Freiesleben**s); 4) von Eisenglimmer im Gemenge mit goldführendem Quarz (goldhaltiger Eisen-Glimmerschiefer). Die Lager chloritischen Quarzes erreichen bis 1000 Fuß Mächtigkeit. Diese ganze Formation ist überdeckt mit einem eisenschüssigen, sehr stark goldführenden Trümmer-Gestein. Herr **von Eschwege** glaubt der Zerstörung der so eben angeführten Gebirgslager, die mit einander in gegenseitigem, geognostischem Verbande stehen, die Seifenbänke zuschreiben zu müssen, welche zugleich Gold, Platina, Palladium und Diamanten führen (Corrego das Lagens), Gold und Diamanten (Tejuco), Platina und Diamanten (Rio Abaete). Der zersetzte Chloritschiefer, welcher die Topase und Euklase Brasiliens liefert, gehört derselben Formation an. Zuweilen zeigt der Quarzfels in den Bergen von Minas-Geraes eine einfachere Struktur. Ohne aus wechselnden Lagen zusammengesetzt zu seyn, ist nur eine einzige Quarzmasse wahrnehmbar, durchflochten mit dichtem Eisenglanz. Diese Masse hat bis 1800 Fuß Mächtigkeit und enthält kein Gold eingesprengt. Sie liegt auf Ur-Thonschiefer, der, seiner Seits, unmittelbar auf Gneiß gelagert ist. Diese wenig bekannte Formation des Quarz-Itakolumits hat, durch ihre Zersetzung in den Schutt-Gebirgen, welche aus denselben entstehen, von 1756 bis 1764 jährlich ungefähr dreißig Millionen Franken an Gold geliefert. Sie folgt unmittelbar auf Thonschiefer; aber, nach den bis jetzt vorhandenen Beobachtungen, ist es schwierig sie, mit dem grünlichgrauen und rauchgrauen, viel Thon eingemengt enthaltenden Wetzschiefer, als dem Thonschiefer untergeordnetes Lager anzusehen. Der Quarz-Itakolumit nähert sich, vermittelst der zwischen dem Talk und dem Chlorit bestehenden, oryktognostischen Verwandtschaft, dem Talkschiefer, ein Gestein das in allen Landen zierlich

krystallisirte Mineral-Körper in großer Häufigkeit führt, und, durch das Zurücktreten der Talk-Blättchen, zuweilen nichts ist, als reiner Quarz; auch bildet der Talkschiefer in beiden Kontinenten dem Ur-Thonschiefer und dem Ur-Glimmerschiefer untergeordnete Lager. Eine Formation, jener von Minas-Geraes ähnlich, nur ohne Eisenglanz, habe ich in 1600 Toisen Höhe über dem Meeres-Spiegel gefunden, in den Savanen von Tiocaxas (südwärts vom Chimborazo, zwischen Guamote und San-Luis) und ostwärts von Parama de Yamoca unfern Hacatacumba (in den Andes von Quito). Ungeheure Quarzmassen erscheinen hier mit sparsamen Glimmer-Blättchen gemengt; sie liegen auf Ur-Thonschiefer. Die Selbstständigkeit der angeführten Ur-Quarz-Formation wird noch besser erwiesen seyn, wenn man sie unmittelbar gelagert findet, nicht stets auf der nämlichen Felsart (auf Thonschiefer), sondern auf verschiedenen ältern Gesteinen, wie zum Beispiel auf Glimmerschiefer, Gneiß oder Granit. In solch selbstständiger Lagerungs-Beziehung beobachtet man das Quarz-Gestein von Contumaza, das mir jedoch von neuerer Bildung scheint; es überdeckt zuerst einen Porphyr, dann, bei Cascas, den nämlichen Granit, welcher, in Unter-Peru, die Küsten des Süd-Meeres zusammensetzt. Eine sehr denkwürdige Thatsache, aufgefunden durch Herrn **Leopold von Buch** in der Skandinavischen Halbinsel, scheint die Stelle zu rechtfertigen, welche wir der Quarz-Felsart der südlichen Erdhälfte unter den Ur-Gesteinen angewiesen haben. Jener unermüdete Reisende hat nämlich beobachtet, daß in den nördlichen Gegenden der alten Welt der Ur-Thonschiefer zuweilen vertreten wird durch ein, von Eisen gefärbtes, Quarz-Gestein. Diese Quarz-Felsart und der Thonschiefer sind folglich, in Norwegen, Parallel-Gesteine, geognostische Aequivalente. Sehr bemerkenswerth ist es, im südlichen Amerika, den Schwefel, das Gold, das Queckfilber und den Eisenglanz von ungeheuern Kiesel-Haufwerken gebunden zu sehen. Und trotz des Werthvollen edler Metalle, läßt sich nicht in Abrede stellen, daß die Häufigkeit des Schwefels im Ur-Gebiete, in Betracht des Studiums der Vulkane und der Felsarten durch welche das unterirdische Feuer sich seine Bahn gebrochen, eine

bei weitem wichtigere Erscheinung ist, als der Ueberfluß an Gold. Etwas mehr südwärts von den hohen Savanen von Tiocaxas und Guamote (Kordilleren von Quito), wo wir so eben die, vielleicht selbstständige, auf Thonschiefer gelagerte Quarz-Formation bezeichneten, habe ich den berühmten Schwefelberg von Ticsan untersucht, der ein Quarzlager ist im Glimmerschiefer (Streichen N. 18° O.; Fallen unter 70 bis 80° in N. W.; Mächtigkeit, 200 Toisen; Höhe über dem Meeres-Niveau, 1250 Toisen). In Brasilien führt die, den Ur-Thonschiefer überlagernde, chloritische Quarz-Formation (Itakolumit) nicht nur Gold, sondern auch Schwefel. Platten dieses Gesteines, stark erhitzt, brennen mit blauer Flamme. Ein Thonschiefer von gleichem Alter wie jener, worauf der chloritische Quarz gelagert ist, umschließt (Serra do Frio, unfern S. Antonio Pereira) ein Lager von Urkalk, gemengt mit Schwefel-Massen. Gold und Schwefel finden sich ferner (Andes von Caxamarca, in Peru, zwischen Curimayo und Alto del Tual) auf der Grenze der Uebergangs-Porphyre und des Alpenkalkes, in mächtigen Quarz-Massen, welche dem rothen Sandstein parallel sind. Diesen nämlichen Quarz-Felsarten, oder vielmehr noch neueren Formationen, gehört das mächtige Zinnoberflötz von Guancavelica an, während die Queckſilbererze von Cuença (südliche Hälfte des Königthumes Quito), so wie jene der Zweibrückischen Lande, sich im rothen Sandsteine finden. Diese Andeutungen reichen hin um über die mächtigen Quarzlager, welche Herr **von Eschwege** und ich in der südlichen Erdhälfte beobachtet haben, einigermaßen aufzuklären; in keinem Falle dürfen dieselben für quarzige Sandsteine angesprochen werden. Jene Gesteine scheinen, wie die Kalk-Formationen, durch mehrere Ur-, Uebergangs- und Flötz-Gebilde hindurchzulaufen. Manche berühmte Geognosten haben schon den Versuch gemacht, die Quarz-Felsarten, als selbstständige Formationen, dem allgemeinen Typus der Gebilde einzureihen. Das Quarz-Gebirge **Werners** gehört der Urzeit an und ruht auf Gneiß (Frauenstein, Oberschönau in Sachsen), von dem es vielleicht vormals überdeckt gewesen. Lager, irgend einer Formation wesentlich zugehörend, finden sich zuweilen

Bayerische Staatsbibliothek München

an der obern oder untern Grenze derselben (Beispiele: der Kupferschiefer unter dem Alpenkalk oder Zechstein; Kieselschiefer, Lydischer Stein oder Zeichenschiefer, oberhalb des Uebergangs-Thonschiefers und in diesem Gestein). Die kleinen Massen von Ur-Quarz, auf den Kämmen Europäischer Berge beobachtet, gestatten, was Mächtigkeit und Verbreitung angeht, keine Vergleichung mit den Quarzfelsen der Andes und Brasiliens. Der granular-quarzrock (mit Feldspath) des Herrn **Jameson** in den Hebriden, die roches quarzeuses et chloriteuses (quarzige und chloritische Gesteine), älter als Grauwacke und mit dem rothen Sandstein verbunden (primary red sandstone), des Herrn **Macculloch**, zeigen einiges geognostisch Aehnliche mit den Amerikanischen Quarz-Massen; allein sie sind bei weitem mehr gemengt, minder einfach in Hinsicht der Struktur, und dürften wohl, nach der lehrreichen Erörterung des Herrn **Boué**, ältern Uebergangs-Felsarten angehören. Der **Trapp-Sandstein** oder Flötz-Quarzfels einiger Deutscher Geognosten umgibt die Basalte und ist, wie nicht zu bezweifeln, von weit neuerm Alter als die massige Quarz-Formation (überaus rein, nicht gemengt, nicht zusammengehäuft), welche, zwischen dem Uebergangs-Porphyr und dem Alpenkalk gelagert, auf dem westlichen Abhange der Andes von Peru (Contumaza, Namas), zu Folge meiner Beobachtungen, die ungeheure Mächtigkeit von 6000 Fuß erreicht.

Granit und Gneiß, neuer als Thonschiefer.

§. 17. Eine Formation von kleinkörnigem Granit, zuweilen in, Granaten führenden, Gneiß übergehend, und mit demselben wechselnd. Diese interessante Formation (Kielwig an der nördlichen Grenze von Norwegen, und Shetland-Inseln) liegt, nach Herrn **von Buch**, auf Urthonschiefer. Sie umschließt Hornblende und Diallagon, und thut auf solche Weise ihr Verwandtseyn dar mit einer der nächstfolgenden Formationen. Man könnte die Granit-Formation (§§. 4, 7, 12 und 17) mit dem Ausdruck: Granit des Weißsteins, des Gneisses, des Glimmerschiefers und des Thonschiefers bezeichnen; aber solche Benennungen würden den Glauben rege

machen, daß jene kleine Formationen nothwendig im Weißstein, im Gneiß, im Glimmerschiefer und im Thonschiefer vorhanden seyn müßten, während sie sich nur den Felsarten aufgelagert finden, von welchen sie abhängig scheinen. Das Vorhandenseyn des Zinnerzes, des Magneteisens, der Hornblende, des Diallagons, des Granats, des Talks und des Chlorits, den Glimmer vertretend, dann ein Streben in Schrift-Granit überzugehen, bezeichnen die Granite neuer Formation.

Ur-Porphyr?

§. 18. Gibt es eine primitive, selbstständige Porphyr-Formation? Es kann hier die Rede nicht seyn, weder von den Porphyren, in andern Ur-Felsarten als untergeordnete Lager vorkommend (§§. 5 und 15), noch von den Gneissen und Glimmerschiefern der Hochalpen, deren Gefüge körnig wird, die durch einzelne eingemengte Feldspath-Krystalle ein porphyrartiges Ansehen erlangen. Ich bin unentschieden, ob die Porphyre aus Sachsen und Schlesien (Herzogthum Schweidniz) den Ur-Gesteinen beizuzählen sind, obgleich die erstern unmittelbar auf Gneiß ruhen (zwischen Freiberg und Tharandt). Zuweilen werden sie von Zinnerz-Gängen durchsetzt (Altenberg), auch von Silbererz-Gängen (Grund). Die Porphyre Schlesiens enthalten Hornblende eingesprengt (Friedland): man hat sie bis jetzt als von früherem Alter geglaubt, wie den Ur-Thonschiefer. Entschieden ist, daß die Sächsischen Porphyre theils Uebergangs-Porphyre sind, theils Porphyre des rothen Sandsteins. In den Kordilleren der Andes, von Peru, von Quito, von Neu-Grenada und von Mexiko, unter der namenlosen Mannichfaltigkeit porphyrartiger Gesteine, deren Massen 2500 bis 3000 Toisen Mächtigkeit erlangen, ist mir nicht ein einziger Porphyr vorgekommen, den ich für ausgemachten primitiven Porphyr nehmen möchte. Die älteste von mir beobachtete Formation findet sich im Tiefthal von La Magdalena (zwischen Guambos und Truxillos in Peru): es ist ein Porphyr mit Thon-Grundmasse, etwas zersetzt, mit gemeinem, nicht glasigem Feldspath, ohne Hornblende, aber auch ohne Quarz. Diese

Formation, die abweichend scheint von allen Uebergangs- und trachytischen Porphyren von Quito und vom Kamm der Andes in Peru, kommt in 600 Toisen über der Meeresfläche zu Tage: sie liegt unmittelbar auf Granit und ist, am westlichen Abhang der Andes, von neuern Quarz-Gesteinen überdeckt, am östlichen Abhang aber (wahrscheinlich) von rothem Sandstein.

V. Primitiver Euphotid, jünger als Thonschiefer.

§. 19. Eine Formation, welche ihre Stelle einnimmt auf der Grenze der Ur- und Uebergangs-Formationen: der Gabbro des Herrn von Buch, der Euphotid des Herrn Hauy, der Schillerfels des Herrn von Raumer, der Ophiolith des Herrn Brongniart. Dieselbe Felsart wurde früher mit dem Namen Serpentinit, serpentinischer Granit, serpentinartiger Granit, granite de diallage, granitone, granite di gabbro, granito dell' Impruneta, serpentinartiger Urgrünstein bezeichnet. Wir schildern sie hier nach der Angabe des Herrn von Buch, welcher die früheste umfassende Beschreibung derselben geliefert. Es findet sich das Gestein, am Nordkap des Eilandes Mageroe in Norwegen, gelagert auf Ur-Thonschiefer, der nach dem Tage zu in Euphotid übergeht, nach der Teufe hin aber in Glimmerschiefer. Der Euphotid des Sesia-Thales bedeckt, nach Herrn Beudant, unmittelbar den Ur-Glimmerschiefer. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß der Euphotid oder Gabbro ein Gemenge sey aus Diallagon (Smaragdit), Jade (Saussurit, Feldspath tenace) und gemeinem Feldspath. Zuweilen (Bergen in Norwegen) fehlt der Jade gänzlich; im Verde di Corsica aber (Stazzona, nordwärts von Corte und S. Piedro di Rostino, auf dem Eilande Korsika) ist der Euphotid nichts als ein Gemenge aus, dem Feldstein nahe verwandtem, Jade und grünem Diallagon, ohne blätterigen Feldspath. Obgleich, zu Folge der lehrreichen Untersuchungen des Herrn Hauy, in seinem Tableau comparatif angeführt, die metallisirenden Diallagone (Schillerspath), die grünen und die grauen, allmählig in einander übergehen (Felsarten vom Musinet unfern Turin), so

lassen sich dieselben dennoch unterscheiden vermöge gewisser geognostischer Kriterien, welche jene Substanzen häufig im Großen zeigen. Der Euphotid mit grauem Diallagon ist bei weitem mehr verbreitet (ob auch etwas älter?), als jener mit grünem Diallagon. Der Serpentin stellt sich, fast ohne Ausnahme, im innigen Lagerungs-Verbande mit dem Euphotid dar, wovon er nur eine sehr feinkörnige Abänderung von gleichartigem Ansehen seyn dürfte. Dieses Verband ist auch in Ungarn (Dobschau) wahrnehmbar, wo Herr **Beudant** den Euphotid körnig und schieferig gefunden hat, und dem Ur-Glimmerschiefer unmittelbar aufgelagert. Das Natrum kommt, nach den Versuchen von **Theodor von Saussure** und von **Klaproth**, unter den Felsarten der Urzeit im Feldstein des Weißsteins und des Grünstein-Schiefers vor; ferner im Jade der Euphotiden und im Lasursteine von Baldakschan. Diese letztere Substanz scheint einem Urkalk-Lager des Granit-Gneisses anzugehören. Untergeordnete Lager des Euphotids sind: Serpentin mit Asbest und metallisirendem Diallagon; Serpentin, begleitet von Chrysopras, Opal und Chalzedon (Kosemitz in Schlesien); grauer, dichter Kalkstein, übergehend in körnigen Kalk (Alten in Norwegen). Dieser Kalk vermittelt die Annähernng des Skandinavischen Euphotids, das letzte Glied der primitiven Formation, zu dem Gebilde sehr alter Uebergangs-Felsarten. Da der Euphotid nicht selten unbedeckt erscheint, und da das Aufgelagertseyn eines Gesteines auf einem andern von sehr hohem Alter uns nicht aufklärt über den Bildungs-Zeitraum, so bestehen Zweifel über das beziehliche Alter vieler Euphotiden. Herr **von Buch** hat den Euphotid in Ober-Wallis (Saas, Mont-More) auf Glimmerschiefer gelagert gesehen; jener von Sestri, im Norden des Meerbusens de la Spezzia, unter dem (Uebergangs-?) Thonschiefer von Lavagna. Herr **von Raumer**, in seiner Schrift über Niederschlesien, weißt dem Schillerfels von Zobtenberg eine Stelle an unter den Ur-Formationen; Herr **Keferstein** reihet den Euphotid vom Harz (zwischen Neustadt und Oderkrug) ebenfalls dahin: der letztere enthält eingesprengten Nigrin. Ich bin der Meinung, daß auch die Serpentine

vom Heideberg unfern Zell, so wie jene, die zwischen Wurliz und Kotzau gefunden worden, und in welchen Diopsid vorkommt, sehr alt sind. Sämtliche Serpentine der Baireuthischen Berge haben mir dem Hornblendeschiefer und dem Chloritschiefer innig verbunden geschienen. Sie zeigen durchaus denkwürdige, magnetische Eigenthümlichkeiten, die ich im Jahre 1796 bekannt gemacht, und welche seitdem der Gegenstand mehr sorgsamer Untersuchung der Herrn Goldfuß, Bischof und Schneider geworden sind. Wirft man einen allgemeinen Blick auf die Euphotide beider Kontinente, so läßt sich die Annahme mehrerer Formationen ziemlich verschiedener, beziehlicher Alter nicht wohl verkennen. Die Euphotide, welche ich auf dem Eilande Cuba, zu Guanaxuato, in Mexiko, und am Eingange der Llanos von Venezuela beobachtete, stehen bald mit dem Syenite in Verband, bald mit einem schwarzen Kalkstein, und scheinen mir sehr deutlich der Uebergangszeit anzugehören; desgleichen der Euphotid (Serpentin, ziemlich dünn geschichtet; Streichen N. 52° O., Fallen 70° nach N. W., Mächtigkeit 10 Toisen) vom Gipfel der Bochetta bei Genua, die ich in den Jahren 1795 und 1805 untersuchte: er ist einem, mit schwarzem Kalk wechselnden, Uebergangs-Thonschiefer eingelagert. Die Euphotide von la Spezzia, von Prato und aus dem ganzen Sienesischen, welche die Herrn von Buch und Brocchi als der Urzeit, oder einer sehr alten Uebergangszeit angehörig betrachten, scheinen Herrn Brongniart, der diese Felsarten in neuerer Zeit mit großer Sorgsamkeit untersuchte, den Flötz-Formationen, oder höchstens den jüngsten Uebergangs-Formationen beigezählt werden zu müssen. Die genannten berühmten Gebirgsforscher sind ziemlich einig über die unmittelbaren Lagerungs-Verhältnisse jener Euphotide Italiens, das heißt, über die oryktognostische Bestimmung der über und unter den Euphotiden befindlichen Gesteinen; nur rücksichtlich des Formations-Alters, diesen, mit den Euphotiden verbundenen, Felsarten zuständig, weichen ihre Meinungen ab. So kennt man in der Erdbeschreibung zuweilen die Lage einer kleinen Insel in Beziehung zu den nachbarlichen Eilanden mit großer Genauigkeit, während

die bestimmte Länge des ganzen Inselmeers, die größere Nähe seiner Lage am alten oder am neuen Kontinente noch ungewiß sind.

Uebergangs-Gebilde.

Das Uebergangs-Gebiet umfaßt, nach Werner, die Felsarten, welche, rücksichtlich ihres Bestandes, viel Aehnliches zeigen mit den Ur-Gebilden, aber wechselnd erscheinen mit Trümmer-Gesteinen, mit sandsteinartigen Bildungen. Manche Reste organischer Wesen — Abdrücke von Schilfen, von Palmen und baumförmigen Farren, von Madreporen, Pentakriniten, Orthoceratiten, Trilobiten, Hysterolithen, u. s. w. — sind hier vorzugsweise zu Hause; ich sage nicht in den obern Lagen, in den minder alten Gliedern dieser Abtheilung, sondern im Allgemeinen in den nicht feldspathigen Gesteinen und in jenen, deren Masse kein krystallinisches Ansehen trägt. Zumal den herrlichen Beobachtungen der Herren von Buch und Brochant verdankt das Uebergangs-Gebiet eine Ausdehnung seiner Grenzen. Diese Grenzen lassen sich nach oben, da, wo die Erzeugnisse der Flötzzeit anfangen, mit mehr Verlässigkeit bestimmen, als nach der Teufe zu, in der Nähe der Urgebilde. Ich habe bereits angeführt, wie, durch die Kohlenblende führenden Glimmerschiefer und durch die grünen Thonschiefer, die Verbindung der Uebergangs-Felsarten mit den Gesteinen der Urzeit vermittelt werde; wie, durch die Porphyre mit glasigem Feldspath, sie an die vulkanischen Gebiete geknüpft sind und, durch die kleinkörnigen Grauwacken und die, an Quarz-Krystallen reichen, Porphyre, an den rothen Sandstein und an die Porphyre der Flötzzeit. In einander sehr entlegenen Gegenden trifft man die ähnlichen Felsarten, talkige Thonschiefer mit stark gewundenen Blättern, reich an Kohlenstoff, Alaunschiefer und Lydischen Stein umschließend; schwarzer Kalk, wechselnd mit Thonschiefer, Grauwacke, Porphyr und Syenit mit Titaneisen gemengt, finden sich zwischen Ur-Felsarten — das heißt zwischen solchen, die frei sind von allen Ueberbleibseln einer früheren Thier- und Pflanzenwelt und ohne sandsteinartige Gebilde — und der großen Steinkohlen-Formation: aber die Folge der gleichnamigen Uebergangs-

Gesteine ist selbst da wandelbar, wo alle eine gleichmäßige Entwickelung andeuten. Die größere Zahl der Formationen dieses Gebildes ist aus zwei oder aus drei mit einander wechselnden Felsarten zusammengesetzt (dichter schwarzer Kalk, Grünstein und Thonschiefer; Grauwacke und Porphyr; körniger Kalk; Grauwacke und Hornblende führender Glimmerschiefer); und da einzelne Glieder der Gruppen oder Formationen von so verwickelter Struktur aus einer Gruppe in die andere übergehen, so haben treffliche Beobachter, die Herren **von Engelhardt, von Raumer** und **Bonnard**, sich dergestalt überrascht gesehen von diesen Erscheinungen des Uebereinstimmenden und des Wechsels, daß sie in der ganzen Klasse nur ein einziges umfassendes Felsarten-Geschlecht anerkennen. Untersucht man die Uebergangs-Formationen nach ihrer Struktur und nach ihrem oryktognostischen Bestande, so vermag man fünf, wohl bezeichnete, Verbindungen zu sondern: schieferige Gesteine; Porphyr-Felsarten (feldspathige oder syenitische); körnige oder dichte Kalke mit Anhydryt und Steinsalz; Euphotide, und sandsteinartige Gebilde (Grauwacken und Kalktrümmer-Gesteine). In einigen Stellen der Erdfeste hat eine einzige dieser Gruppen, dieser Verbindungen aus krystallinischen und nicht krystallinischen Felsarten eine so außerordentliche Entwickelung gewonnen, daß die übrigen Gruppen fast gänzlich zurückgedrängt scheinen. So herrschen in den Kordilleren von Mexiko und Quito, wie in Ungarn und in verschiedenen Theilen Norwegens, die Porphyre und die Uebergangs-Syenite; in der Tarantaise die körnigen, talkigen Kalke; in den Regionen der Alpen und von Bochetta, die schwarzen, fast dichten, oder höchst feinkörnigen Kalke; endlich auf dem Harze und an den Ufern des Rheins, die Grauwacken und die Uebergangs-Thonschiefer: allein diese Mächtigkeit, diese Erstreckung, welche Mineral-Massen erlangen, dürfen den Gebirgsforscher nicht leiten bei Abwürdigung des beziehlichen Alters theilweiser Formationen (formations partielles). Eine auffallende Mannichfaltigkeit der Lagerungs-Verhältnisse ist keineswegs Allein-Eigenthum kleiner Formationen; auch große, sehr entwickelte, gleichnamige Formationen können nicht wohl als

gleichzeitige betrachtet werden : sie müßten denn, hinsichtlich anderer Glieder in der Reihe der Uebergangs-Felsarten, dieselben Lagerungs-Beziehungen wahrnehmen lassen. Die Porphyre von Guanaxuato, zum Beispiel, ruhen auf einem, Speckstein führenden und kohlenstoffhaltigen, Thonschiefer; jene in Ungarn sind auf talkigem Uebergangs-Glimmerschiefer abgesetzt, der Lager schwärzlich grauen Kalkes umschließt. Die Porphyre der Andes von Quito (und der Eilande des Britannischen Reiches?) bedecken unmittelbar Ur-Felsarten, und sind folglich älter, als jeder, Spuren organischer Wesen zeigende, Kalk: im Gegentheil folgen die Porphyre und Zirkon-Syenite Norwegens, wie höchst wahrscheinlich auch die, von den Herrn von Engelhard und Parrot so gut beobachteten, Porphyre des Kaukasus in ihrem Formations-Alter dem Orthoceratiten-Kalke. Die gewaltigsten Grauwacke-Massen (wechselnd mit Grauwacken-Schiefer) haben sich ohne Zweifel mitten unter den ältesten Uebergangs-Thonschiefern entwickelt; aber man findet auch sehr mächtige Grauwacken-Lager von weit jüngerem Ursprung. Im Allgemeinen behaupten die fünf namhaft gemachten, und nach den Beziehungen von Bestand und oryktognostischen Eigenthümlichkeiten bezeichneten, Felsarten-Gruppen nicht überall die nämliche Stelle in der Reihenfolge der Uebergangs-Formationen; sie finden sich in der Natur nicht minder geschieden, als in einer geognostischen Klassifikation der Gebirgs-Gesteine. Man sieht, wie Thonschiefer und schwarzer Kalk, Thonschiefer und Porphyr, Thonschiefer und Grauwacke, Porphyr und Syenit, körniger Kalk und Kohlenblende führender Glimmerschiefer, in den einander fernsten Gegenden geognostische Verbindungen zusammensetzen. Es ist das Beständige binärer oder ternärer Verbindungen, wodurch die Uebergangs-Gebilde bei weitem mehr bezeichnet werden, als vermittelst der Analogie, die jede Gruppe in der Folge gleichnamiger Felsarten wahrnehmen läßt.

Bei Untersuchung der Ur-Gebilde, wo die Formationen sich einfacher zeigen, schärfer begrenzt, minder häufig dem Wechsel unterworfen, durfte ich die Granite, den Gneissen folgend, besonders aufzählen, desgleichen die Gneisse den Glimmerschiefern nachstehend.

Es giebt Ur-Granite und Ur-Gneisse von verschiedenem Alter, wie man unter den Uebergangs-Gebilden Grauwacken oder schwarze Kalke trifft, ähnlich im Bestande, aber sehr entfernt von einander, in Absicht des beziehlichen Alters. Wenn in den letztern Gebieten der Geognost nicht versucht, die verschiedenen Lagen von Kalk und von Grauwacke besonders aufzuführen, so geschieht dieß, weil jene Lagen, einzeln genommen, keinen Werth haben, als Glieder der Uebergangs-Felsarten-Reihe; sie erlangen ihn nur, in so fern sie Theilganze gewisser Gruppen abgeben. Diese Gruppen aber, diese ständigen Verbindungen aus Thonschiefer, Grünstein und Grauwacke, aus Kalk und Grauwacke, aus Porphyr und Grauwacke, u. s. w., sind die wahrhaften Glieder der Reihe. Daraus folgt, daß nach der, hier zum Grunde gelegten, Anordnung der Formationen, nicht alle vereinzelten Massen von Kalk, von Grauwacke und von Porphyr besonders aufgeführt werden müssen, die mit einander oder in Gesellschaft anderer Gebirgs-Gesteine vorkommen; sondern die ganzen, wohl bezeichneten Gruppen: jene, zum Beispiel, in welchen die Grauwacken und die Thonschiefer vorherrschen, oder die Porphyre und die Syenite. Unter letztern sind einige älter, andere neuer, als die, organische Reste beherbergenden, Felsarten. In den Urgebilden zeigen sich die Glieder der Reihe im Allgemeinen einfach; in dem Gebiete der Uebergangszeit sind alle zusammengesetzt, und aus diesem Zusammengesetzten entspringt die Schwierigkeit, ein Gebäude schichtenweise zu erforschen, dessen Anordnung man nur mühsam erfaßt mitten unter einer Zusammenhäufung so viel ähnlichen Materials. Um die Folge zu rechtfertigen, welche ich den verschiedenen Uebergangs-Gebilden anweise, beginne ich mit einer Darstellung der bis dahin in verschiedenen Gegenden und mit Sorgfalt beobachteten Formationen; die ältesten stehen voran. Ich bediene mich ausschließlich der oreographischen Beschreibung der Geognosten, gewohnt, die nämlichen Grundsätze zu befolgen in der Benennung der Felsarten.

1. Andes von Quito und von Peru.

Uebergangs = Porphyre, nicht erzführend, Ur=Gesteine (Granit, Thonschiefer) unmittelbar bedeckend.

Kugelig abgesondertey Grünstein (Kugel=Gestein).

Schwarzer Kalk, auf Porphyr gelagert.

Grauwacken sind mir hier nicht vorgekommen; sie werden im Süden des Erdgleichers, in den Andes von Quito und von Peru, durch die große Porphyr=Formation vertreten.

3. Gebirge Mexikos.

Uebergangs=Thonschiefer, reich an Kohlenstoff, schließt Lager ein von Syenit und von Serpentin: die unteren Lagen übergehend in talkigen Schiefer und ruhend auf Primitiv=Gestein.

Syenit, wechselnd mit Grünstein.

Uebergangs=Porphyr, erzführend, unmittelbar dem Uebergangs=Thonschiefer aufgesetzt, die obern Lager in Phonolith übergehend.

So zeigt sich die Folge der Felsarten in Guanaxuato. Auf der Straße von Mexiko nach Acapulco habe ich die Uebergangs=Porphyre unmittelbar auf Ur=Granit ruhen sehen. Bei Totonilco sind diese Porphyre überdeckt mit Flötz=Gestein, Alpenkalk, Sandstein und thonigem Gyps. Ich erlaube mir nicht abzusprechen über die Alter=Beziehungen, zwischen dem Uebergangs=Kalk der Gruben von Doktor und Zimapan, und dem Porphyr von Guanaxuato und von Pachuca; allein, zu Folge der Beobachtungen der Herrn **Sonneschmidt** und **Valencia**, sieht man, in den reichen Gruben von Zacate=

2. Berge von Venezuela.

Grüne, talkige Uebergangs=Schiefer (Schistes verts stéatiteux), den primitiven Gneiß=Glimmerschiefer bedeckend.

Schwarzer Kalk.

Serpentin und Grünstein, darüber Mandelstein mit Augit.

Dieß ist die Folge der Felsarten durch mich am nördlichen Rande der Llanos von Calabozo beobachtet.

4. Ungarn.

Uebergangs = Glimmerschiefer mit Lagern schwarzen Kalkes auf Ur=Grünstein ruhend.

Uebergangs = Porphyr und Syenit. Untergeordnete Lager: Uebergangs=Glimmerschiefer; weißer körniger Kalk mit Serpentin; Grünstein=Massen. Die Porphyre sind, wie die meisten der Andes, unmittelbar bedeckt von weißen und schwarzen syenitischen Trachyten. (Beobachtungen des Herrn **Beudant.**)

6. Schweitz.

Im Alpenpaß von Chiavenna nach Glaris, zu Folge der Beobachtungen des Herrn **von Buch**:

Uebergangs=Thonschiefer mit Lagern von grauem Kalk, ruhend auf Ur=Thonschiefer und auf Ur = Glimmerschiefer.

Serpentin mit Granaten.

Schwarzer Kalk.

Grauwacke.

Thonschiefer wechselnd mit schwarzem Kalk.

Thonschiefer mit Fisch = Abdrücken (fast Flötz=Gestein).

In der Umgegend von Bex, nach Herrn **von Charpentier:**

cas, fast wie zu Guanaruato, von unten nach aufwärts Syenit und Uebergangs-Thonschiefer (mit Grünstein und Lydischem Stein), Grauwacke und nicht erzführenden Porphyr einander folgen.

5. Tarantaise.

Eine und dieselbe Formation, unmittelbar gelagert auf Ur-Gebilden, umschließt körnigen Kalk (calcaire grenu stéatiteux), Glimmerschiefer mit Gneiß und Kohlenblende führende Grauwacke. Diese verschiedenartigen Gesteine wechseln zu mehreren Malen, und zeigen untergeordnete Lager von Serpentin, Grünstein, dichtem Quarz und Uebergangs-Gyps. (Beobachtungen des Herrn **Brochant de Villiers.**)

7. Deutschland.

Lagerungs-System in Sachsen, zwischen Freiberg, Maren und Meissen, nach den Herrn **von Raumer** und **Bonnard:**

Thonschiefer mit Alaunschiefer und Lydischem Stein, zugleich wechselnd mit Grauwacke, Grünstein, Porphyr und Kalk. Dieß Gebilde liegt auf Ur-Gneiß.

Syenit und Porphyr. Nach der meisterhaften Beschreibung des Herrn **Zeim** finden sich in dieser, zumal am Thüringerwald sehr verbreiteten, Formation Uebergangs-Granit und Gneiß eingelagert.

Der Harz und das westliche Deutschland (zwischen dem Rhein und der Lahn) sind überdeckt mit der großen Thonschiefer-Formation, in welcher, wie durch innere Entwickelung, Massen Grauwacke gelagert auf (Ur-?) Gneiß.

Schwarzer Kalk mit Belemniten, wechselnd mit Uebergangs-Thonschiefer.

Thoniger Uebergangs-Kalk mit Ammoniten, zeigend untergeordnete Lager von Grauwacke, von Anhydrit und von Steinsalz.

Herr **von Buch**, nach Beobachtungen vor dem Jahre 1804 angestellt, wieß den Uebergangs-Formationen der westlichen Schweiz, aus allgemeinen Gesichtspunkten erfaßt, und von den tiefer liegenden Gesteinen zu den höher gelagerten übergehend, nachstehende Folge an:

Uebergangs-Thonschiefer.—Schwarzer Kalk. — Salzführender Anhydrit und Gyps.— Grauwacke. — Schwarzer Kalk. — Thonschiefer mit Fisch-Abdrücken.

8. Halbinsel des Cotentin und Bretagne.

Thonschiefer, grau, glänzend, talkig, zuweilen wechselnd mit Grauwacke, mit schwarzem Kalk und mit Quarzfels.

Syenit und Granit.

Uebergangs-Thonschiefer, mitunter von neuem den Syenit bedeckend. (Beobachtungen der Herrn **Brongniart** und **Omalius d'Halloy.**)

9. Britannische Inseln.

Uebergangs-Syenit und Porphyr, gelagert auf Ur-Felsarten (Kette des Snowdon, Grampians, Ben-Nevis).

Uebergangs-Thonschiefer mit Trilobiten, in den untern Lagen ein Konglomerat von Ur-Gebirgsarten umschließend, ähnlich dem der Valorsine

von Grauwacke und Grauwackenschiefer sich zeigen, von Kalk (häufig nicht sehr dunkel gefärbt) von Grünstein, Quarz und Porphyr. Das letzte Gestein findet sich indessen hier seltner als in der selbstständigen Syenit- und Porphyr-Formation, die anderwärts auf dem Uebergangs-Thonschiefer ruht.

11. Kaukasus.

Thonschiefer, vielleicht schon der Uebergangszeit zugehörig.

Schwarzer Kalk mit Alaunschiefer.

Uebergangs-Porphyr, wechselnd mit Thonschiefer. Dieser Porphyr, oft säulenartig abgesondert, enthält glasigen Feldspath, wenig Quarz und wenig Glimmer, und ähnelt in den Bergen des Kasbek (wie dieß häufig der Fall ist bei den Porphyren der Mexikanischen Gipfel) einem porösen Trachyt.

Gneiß, Syenit und Granit, alle Uebergangs-Erzeugnisse, in wechselnden Lagen.

Uebergangs-Thonschiefer, bedeckt mit stinkendem Kalk, der eine Flötz-Felsart scheint. (Beobachtungen der Herrn von **Engelhardt** und **Parrot**.)

(Llandrindod, Killarney, Gipfel des Snowdon).

Grauwacke (May-Hill und North-Wales).

Uebergangs-Kalkstein (Longhope, Dudley).

Grauwacke, old red sandstone (Mitchel Dean von Herefordshire).

Uebergangskalk, mountain-limestone (Derbishire), bedeckt von der großen Steinkohlen-Formation. (Beobachtungen des Herrn **Buckland**, der indessen geneigt scheint, den Syenit und einen Theil der Porphyre als Glieder der Urzeit zu betrachten.)

10. Norwegen.

Lagerung der Felsarten unfern Christiania, nach den Beobachtungen des Herrn **von Buch**:

Uebergangs-Thonschiefer, wechselnd mit schwarzem Kalk, erfüllt mit Orthoceratiten, ruhend auf primitivem Gneiß.

Grauwacke und Kieselschiefer.

Porphyr mit Quarz-Krystallen; umschließt ein Lager von Grünstein mit Blasenräumen und Augiten.

Zirkon-Syenit und Uebergangs-Granit mit Lagern von Porphyr.

Man erkennt aus diesen verschiedenen Typen der Ueberlagerung, in Europa, Amerika und Asien, nordwärts und südwärts vom Erdgleicher, daß unter den ältesten Uebergangs-Gesteinen drei große Formationen — die des körnigen und talkigen Kalkes, der Grauwacke mit Kohlenblende und Glimmerschiefer; jene des Syenits und Porphyrs (mit Hornblende-Krystallen und sehr wenigem Quarz); endlich die des Thonschiefers, der Grauwacke und des schwarzen Kalkes — ungefähr denselben Rang behaupten in verschiedenen Gegenden der Weltfeste. Die glimmerigen Kalksteine und

die Konglomerate mit Bruchstücken von Ur-Felsarten in der Tarantaise, die Porphyre und Syenite Peru's, der Uebergangs-Thonschiefer mit Grauwacke (Harz, Friedrichswalde in Sachsen; Aggerselo in Norwegen, Guanaxuato in Mexiko), sind vielleicht von gleichzeitiger Entstehung. Beim Reihen der Felsarten als Glieder einer einzigen Folge, hätte man ihren Parallelism wohl auf nachstehende Weise andeuten müssen: II (I oder III). Ich unterscheide, als Glieder der Reihe von Uebergangs-Formationen, sechs Gruppen, die mir wohl bezeichnet scheinen durch die, in denselben herrschenden, Fels-Gesteine, durch ihre Lagerung, durch das Erstrecktseyn ihrer Massen. Diese Gruppen oder große Formationen sind: I. körniger, talkiger Kalk (Kalk mit Speckstein, calcaire grenu stéatiteux), Uebergangs-Glimmerschiefer und Grauwacke mit Bruchstücken von Ur-Felsarten. II. Porphyr (nicht erzführend), älter als Orthoceratitenkalk, Thonschiefer und Uebergangs-Glimmerschiefer. III. Thonschiefer, Grauwacke umschließend und Kalk, Porphyr und Grünstein. IV. Porphyr und Syenit (erzführend), jünger als Uebergangs-Thonschiefer, älter als ein organische Reste bewahrender Kalk. V. Porphyr, Zirkon-Syenit und Granit (nicht erzführend), neuer als Thonschiefer und Orthoceratitenkalk. VI. Uebergangs-Euphotid mit Jaspis und Serpentin. Fast jede Gruppe besteht aus wechselnden Felsarten, und mehrere dieser Gesteine, welche sich als kleine, partielle Formationen betrachten lassen, sind allen Gruppen gemein. Dieses Gemeinseyn, dieser Wechsel, diese fristenweise Wiederkehr derselben Massen, bedingen die scheinbare Einheit der großen Familien der Uebergangs-Formation. Indessen hat jede Gruppe Felsarten aufzuweisen, die vorherrschen, wodurch sie ein eigenthümliches Ansehn erhält. Dahin gehören in der ersten Gruppe die körnigen und talkigen Kalke; in der zweiten, die nicht erzführenden Porphyre, reich an Hornblende und fast ohne Quarz; in der dritten, die Grauwacke; in der sechsten Gruppe die Serpentin-Gesteine. Von der vierten und fünften Gruppe ist die eine durch die erzführenden Porphyre und Syenite bezeichnet; die andere durch die Zirkon-Granite. Allein dieß sind zum Theil oryktognostische Merkmale; der wahr-

hafte Abtheilungsgrund, den wir vorläufig den Gebirgskundigen bieten, stützt sich auf Ueberlagerung und beziehliches Alter der Gesteine in verschiedenen Erdgegenden beobachtet. Ein Theil der Mexikanischen und Peruanischen Porphyre der zweiten, und selbst der vierten Gruppe, scheint in inniger Beziehung mit den Trachyten zu stehen, welche als die ältesten unter den vulkanischen Felsarten zu betrachten sind.

Der ausführlichen Beschreibung der sechs großen Uebergangs-Formationen werde ich die Entwickelung einiger allgemeinen Bemerkungen vorausschicken, das Uebergangsgebilde betreffend, welches, meist in gleichförmiger Lagerung, auf dem Urgebilde ruht. Talk, Magneteisen, so auffallende geognostische Beziehungen zeigend, mit allen Substanzen, in welchen der Talk vorherrscht; Titaneisen, Kohlenstoff und kohlensaurer Kalk, durchdringen die meisten Uebergangs-Formationen. Herr **Beudant** hat die wichtige Beobachtung gemacht, daß die Syenite und Porphyre von Schemnitz, von Plauen und von Guanaxuato mit Säuren brausen, während die Trachyte Ungarns nicht die nämliche Erscheinung wahrnehmen lassen. **Saussure** und Herr **Brochant** fanden Uebergangs-Glimmerschiefer (an der Tête noire) und dichte Quarze (in Tarantaise) selbst da noch brausend, wo diese Felsarten sehr weit entfernt sind von den untergeordneten Lagern des körnigen, talkigen Kalkes. Ich habe in den Kordilleren Peru's (Paramo de Yamoca), wie im Thüringerwald-Gebirge (zwischen Lauenstein und Gräfenthal), einen Thonschiefer getroffen, der anfangs alle Kennzeichen einer Ur-Felsart trug, aber allmälig mit Säuren braußt, und dessen letzte Schichten einzeln zerstreute rundliche Massen von schwärzlich grauem dichtem Kalk enthielten. Der kohlensaure Kalk, erst der ganzen Masse eingesprengt, drängte sich nach und nach mehr zusammen, um dem Gestein eine drusige Struktur zu verleihen, um darin wechselnde Schichten zu bilden, untergeordnete Lager, und zuletzt körnige oder dichte Kalk-Felsarten, den Thonschiefer, den Glimmerschiefer, oder den Euphotid vertretend. Herr **Steffens**, in seinem Handbuche der Oryktognosie, hat scharfsinnige Bemerkun-

gen mitgetheilt über die Wichtigkeit der Rolle, welche dem Feldspath und der Hornblende in den Ur = Gebilden, so wie im Uebergangs = Gebiet und im rothen Sandsteine, verliehen. In der Mitte des zweiten der genannten Gebilde zeigt sich der Feldspath bis in dem dichten Kalk. Man darf glauben, daß, aus dem Granite, durch Gneiß und Glimmerschiefer, bis zum Thonschiefer vordringend, jene Substanz sich in dem, nur scheinbar gleichartigen, Teige verborgen hält; denn wir sehen den Uebergangs = Thonschiefer mitunter zu Porphyr werden : so wie er, durch eine andere, innerliche Entwickelung, durch Anhäufungen von Kiesel und von Kohlenstoff, oder durch ein Zusammentreten der Hornblende = Elemente, sich umwandelt zu Kieselschiefer, Kohlenblende, Grünstein und Syenit. In den Uebergangs = Porphyren erkennt man häufig zwei Arten von Feldspath, den gemeinen und den glasigen, in Krystallen, die sehr in die Länge gezogen sind (Andes in Peru, Thal von Mexiko). Der letztere, weniger eine besondere Art, als vielmehr ein eigenthümlicher Zustand des gemeinen Feldspathes, ist ein Gemeingut der Uebergangs = Gebilde und der wahrhaften Trachyte. Die häufige Anwesenheit der Hornblende und der Mangel an krystallisirtem Quarz unterscheiden, in oryktognostischer Beziehung, viele Uebergangs = Porphyre von denen der Urzeit. Letztere sind vielleicht nichts als Lager, andern Gesteinen untergeordnet. Die Hornblende, fast beschränkt auf untergeordnete Lager im Ur = Gebilde, zeigt sich nirgends häufiger als in den Uebergangs = Gebieten und in den trachytischen. Unter ersterm lassen Grünstein und Syenit, durch Aenderung in den Urstoff = Theilen des krystallinischen Gewebes, eine Art Wettstreit wahrnehmen zwischen Feldspath und Hornblende. Der Augit, den man zu ausschließlich als Bezeichnendes der Trachyte, Basalte und Dolerite ansieht, ist mehrern Uebergangs = Porphyren der Andes und Ungarns eigen. Man findet ihn auch in den kugeligen, schwarzen und basaltartigen Lagen im Norwegischen Zirkon = Syenit. Ich glaubte in einigen Uebergangs = Porphyren Amerikas Spuren von Olivin erkannt zu haben; aber es waren dieß ohne Zweifel nur minder dunkel gefärbte, grünliche Abänderungen des Augits: Krystalle,

an denen man kaum die Zuschärfungs-Flächen der Enden zu unterscheiden vermochte, und bei welchen ich das Verhalten vor dem Löthrohre nicht untersuchen konnte. Der Olivin gehört recht eigentlich den basaltischen Formationen an, und es ist selbst noch zweifelhaft, ob er in den Trachyten vorkommt. Das häufige Streben zur Krystalsirung, welches in dem Gebiet der Uebergangszeit, mitten unter Erzeugnissen mehr mechanischen Niederschlages und unter Trümmer-Gesteinen wahrgenommen wird, ist eine so außergewöhnliche Erscheinung, daß berühmte Geognosten sich zur Annahme verleitet sahen, viele der dahin gehörigen Felsarten, das Ansehen von Trümmer-Gesteinen tragend, — weit entfernt Ueberbleibsel älterer Gebirgsarten einzuschließen, — seyen nichts, als Wirkungen einer regellosen, aber gleichzeitigen Krystallisirung. Massen, die man in einigen Schichten für eckige, scharf begrenzte Bruchstücke angesprochen, sind in geringer Entfernung verschmolzen mit dem Teige der Felsart; andere Massen, Rollsteinen ähnlich sehend, erscheinen umgewandelt zu, den gewundenen Blätterlagen schiefrigen Gesteines stark anhängenden, rundlichen Gestalten, die, mehr und mehr ausgedehnt der Länge nach, endlich im Ganzen sich verlieren. Vergleicht man manche Granite und Porphyre, Kalk-Trümmer-Gesteine, Grauwacken und rothe Sandsteine, so glaubt man bei diesen Felsarten, so abweichend in den Alters-Verhältnissen, an gewissen Kennzeichen der Struktur, den unmerkbaren Uebergang einer gleichzeitigen Formation, einer gemeinsamen, aber durch eigenthümliche Anziehungs-Gewalten unterbrochenen Krystallisirung, zu wahrhaften Zusammenhäufungen von Bruchstücken früher bestandener Fels-Gesteine, wahrzunehmen. Unter allen Himmelsstrichen gibt es großkörnige Granite, in welchen man hin und wieder zusammengedrängte Massen findet von feinem Korn und sehr glimmerreich, die, für den ersten Blick, sich als Bruchstücke eines ältern Granits darstellen. Dieser Anschein ist indessen eben so trügerisch, als jener so vieler Porphyre, Euphotide und Uebergangs-Kalksteine, die von Alterthums-Forschern und Bildhauern mit den Benennungen Brekzien oder regenerirte Gesteine bezeichnet werden. Die vermeinten

Bruchstücke, nicht selten gestreift oder bandartig gezeichnet (im Verde antico und in dem, zu innern Verzierungen von Gebäuden am meisten gesuchten, Kalkstein), sind wahrscheinlich nichts als Massen, die, in einem heftig bewegten Flüssigen, am frühesten in festen Zustand übergingen. Das gefrorne Wasser unserer Flüsse, verschiedene Salzgemenge in den Werkstätten unserer Scheidekünstler zeigen ähnliche Erscheinungen. Art und Weise, wie die eckigen Körner der Grauwacke, jene der Kalk-Trümmer-Gesteine mit körnigem Teige und dichten Bruchstücken, endlich die gewisser rother Sandsteine, sich zuweilen unmerklich verlieren und mit der Gesammtmasse verschmelzen, ist, beim gegenwärtigen Stande unsers Wissens, um Vieles schwieriger zu erklären. Man kann keinen Zweifel anregen über den häufigen Wechsel sichtlich zusammengehäufter Schichten mit solchen, die fast gleichartig sind; eben so ist der gegenseitige Uebergang dieser Massen durch sehr genaue Beobachtungen erwiesen; und Herr von Bonnard hat, mit gegründetem Recht, in seinem Traité des terrains, gesagt: «daß jene Erscheinung eine der unbegreiflichsten ist von allen, «die uns überraschen beim Studium der Geognosie.» Soll man annehmen, daß, wenn die Umrisse eingeschlossener Bruchstücke fast gänzlich verschwinden, nur ein kleiner Raum von Zeit zwischen dem Festwerden der Bruchstücke und denen des Teiges verstrichen sey? Wir werden später sehen, wie, im rothen Sandstein, Feldspath-Krystalle im Teige selbst entstehen und diesen dem Porphyr des rothen Sandsteins näher bringen.*

I. Körniger, talkiger Kalk, Uebergangs-Glimmerschiefer und Grauwacke mit Kohlenblende.

§. 20. Es ist ein und dasselbe Gebilde, eine und die nämliche Formation, von welcher verschiedene kalkige, schieferige und Trümmer-Gesteine, die einen wechselnd mit den andern, umschlossen werden.

Die Formation besteht nicht — wie jene des Porphyrs, des Syenits und des Grünsteins — aus drei vereinzelten Felsarten; sondern

---

*) Steffens geognost. geolog. Aufs., S. 13, 16, 23, 31; Freiesleben, Kupferschiefer-Gebirge, IV Th., S. 115.

aus drei partiellen Formationen, aus drei Folgen oder Systemen von Gesteinen. Der am meisten verwickelte Typus dieser Gruppe von fast gleichzeitigen Felsarten hat sich im Süd = Ost der Alpen entwickelt, im Thale der Isere, und ist der Gegenstand sehr gründlicher Untersuchungen des Herrn Brochant geworden. Sind fast alle Glieder der Folge von Uebergangs = Felsarten zusammengesetzt, so zeigen sich diese Glieder oder großen Formationen nicht weniger wechselnd, je nach dem Grade dieses Zusammengesetztseins und nach Zahl und Natur der wechselnden Massen. Das Gebilde der Tarantaise (unter diesem Namen werden wir das Gebilde dieses 20sten §. bezeichnen) hat in seiner Struktur und in den Verhältnissen seiner Zusammensetzung (in seinen körnigen und talkigen Kalken, in seinen Gneissen und Glimmerschiefern) dergestalt das Ansehen eines Ur = Gebildes, daß man sein beziehliches Alter nur aus einigen Resten organischer Wesen erkennt, und aus der Häufigkeit der Lager von Trümmer = Gesteinen (Konglomeraten, Brekzien, Grauwacken). Auch reihten die Geognosten, eine geraume Zeit, indem sie die Beobachtung des Wechsels und der Einheit dieser zusammengesetzten Formation vernachlässigten, die Trümmer = Gesteine (poudingues) der Valorsine den Ur = Felsarten an; sie betrachteten dieselben als bloß örtliche Phänomene. Nachforschungen, einen größern Theil der Weltfeste umfassend, haben uns viele ähnliche Thatsachen offenbart. Jene Trümmer = Gesteine mit Bruchstücken ursprünglicher Felsarten sind Grauwacken, die mit glimmerführendem Kalk wechseln, oder mit grünem Thonschiefer, oder mit Uebergangs = Gneiß. Man sieht sie in den Alpen (Trient im Walliserland), in der Tarantaise, in Irland, in den Bergen von Killarney und St. David, endlich an der Ostküste Aegyptens, im Thale Cosseir (Qozir). Die Kalksteine in der Tarantaise und jene des kleinen St. Bernhard, einzelne zerstreute Feldspath = Krystalle umschließend und eine porphyrähnliche Felsart mit kalkiger Grundmasse bildend, finden sich in den ähnlichen Formationen der Alpen Kärnthens wieder. Diese Erscheinung des Verbundenseyns von Kalk und Feldspath ist um so denkwürdiger, als blätteriger Feldspath und körniger dichter Kalk ausserdem überall, in ihren geognostischen Bezie-

hungen, ein gegenseitiges, weit mehr entschiedenes Zurückstoßen darthun, als dieß in einigen Landen zwischen der Hornblende und dem Kalk Statt hat. Die Glimmerschiefer, die Gneisse der Uebergangszeit galten lange als ausschließliches Eigenthum der südwestlichen Alpengegend; aber sie finden sich in den Thonschiefer- und Porphyr-Gebilden des Kaukasus wieder, und in den Porphyr- und Syenit-Gebilden von Sachsen und Ungarn. Indessen scheint im Allgemeinen die Formation, den Gegenstand dieses Abschnittes ausmachend, und vorzugsweise bezeichnet durch Abwesenheit der Porphyre und durch Häufiges körniger und talkiger Kalke, durch Glimmerschiefer und Kohlenblende; diese Formation scheint die Entwickelung der Uebergangs-Glimmerschiefer und Gneisse mehr begünstigt haben, als die großen Formationen der Porphyre und Syenite, oder der Thonschiefer und Grauwacken. In beiden letztern treten im Gegentheil Uebergangs-Granite häufiger auf, krystallinische Felsarten, körnig, nicht blätterig, fast glimmerlos, und in geognostischer Beziehung — selbst dann, wenn sie frei sind von jeder Hornblendespur — dem Syenite zugehörig, wie Uebergangs-Glimmerschiefer und Gneiß dem glimmerigen Quarz verbunden sind. Die Syenite — sey es, daß sie nur untergeordnete Lager im grünen Thonschiefer ausmachen, oder daß sie mit dem Porphyr eine selbstständige Formation zusammensetzen — dienen gleichsam den Uebergangs-Graniten als Vorboten; die dichten, schieferigen und mit Glimmer untermengten Quarze (Quarz des Kohlenblende führenden Kalk-Gebildes, Quarz des Thonschiefer- und Porphyr-Gebildes) verkündigen die Glimmerschiefer und jene Gneisse der Uebergangszeit, welche man, überaus sachgemäß, als porphyrartige Glimmerschiefer mit Feldspath-Krystallen und Körnern bezeichnet hat. Es sind diese verschiedenartigen Entwickelungsweisen der Granite im Schooße syenitischer Gesteine, der Gneisse und Glimmerschiefer in der Mitte quarziger Felsarten, welche uns begreifen lehren, weshalb Gneisse und Glimmerschiefer (Gegend von Meissen in Sachsen, nördlicher Abhang des Kaukasus) weit seltner dem Granite der Uebergangs-Gebilde verbunden sich zeigen, als dem der Urzeit. Man könnte sagen, die Granite des

ersten jener Gebilde seyen nichts, als Lager von Syenit, in welchen die Hornblende verschwunden, und die meisten Glimmerschiefer zeigten nur Abänderungen eines glimmerigen Quarzes, in dem der Glimmer häufiger wird. Indessen treten solche innere Entwickelungen nicht immer auf dieselbe Art ein. Zuweilen geht (Müglitz-Thal in Sachsen) der Uebergangs-Granit unmittelbar aus dem Thonschiefer hervor, und die Syenite von Meissen und Prasitz verlaufen sich zugleich in Uebergangs-Granit und Gneiß.

Die Reihe wechselnder, kalkiger, schiefriger und sandsteinartiger Fels-Gesteine, die Formation zusammensetzend, welche wir sämmtlichen Uebergangs-Gebilden vorangehen lassen, ist folgende:

Körniger talkiger Kalk, oft geadert, schieferig, von stinksteinartigem Geruch (wie der körnige weiße Marmor des Eilandes Thasos); untermengt mit Quarz-Körnern und Nieren, auch (Sainte-Foix) Lagen von Uebergangs-Serpentin einschließend. Dichter Kalk, gelblich, zuweilen grau und mit Feldspath-Kryställen (Bonhomme, kleiner St. Bernhard und Thal der Tarantaise). Kalk-Trümmer-Gesteine mit körnigem Teige und dichten Bruchstücken (Brèche tarantaise de Villette). Diese drei Felsarten, eine Unterabtheilung der Gruppe §. 20 ausmachend, wechseln untereinander und mit den Schiefer-Gesteinen der folgenden Reihe. Die dichten Uebergangs-Kalksteine ähneln zuweilen dem Jurakalk, dann treten sie auch wieder dem kleinkörnigen Kalk näher. Der körnige talkige Kalk, häufig weiß und geadert, gewinnt das Ansehen des schönen Ur-Marmors von Pentelicus (Cipolino), von Hymettus und vom Berge Oche unfern Charystus im alten Euböa. Versteinte Reste der Lebenwelt fehlen der kalkigen Reihe ganz allgemein; aber, wie sich dieß aus dem nächsten Erfolg zeigen wird, die Glieder jener Reihe wechseln mit Schiefern erfüllt von Abdrücken monocotyledoner Pflanzen. Herr Brochant hat selbst eine Versteinerung aufgefunden, einen Nautilit oder Ammonit, in den kalkigen Trümmer-Gesteinen von la Villette, zwischen Moutiers und Saint-Maurice.

Uebergangs-Thonschiefer, theils gebändert und mit dünnen Zwischenlagen von Kalk, theils fettig, untermengt mit fase-

rigem Talk (Grube von Pesey), ohne sichtlichen Kalkgehalt, aber brausend mit Säuren. Dieser Thonschiefer umschließt untergeordnete Lager von Grünstein (Bonneval).

Dichter Quarz, bald ungemengt, bald glimmerig, und sowohl dem körnigen Kalk als dem Uebergangs-Thonschiefer zugehörig. Aus der Anhäufung des Glimmers in diesen dichten Quarzen gehen die Glimmerschiefer dieser Formation hervor und selbst die Gneisse; denn nicht selten umschließen die Quarze Etwas eingesprengten Feldspath in ihrer Masse. Die Glimmerschiefer, in schwarzen bituminösen Schiefer übergehend, voll von Pflanzen-Abdrücken (Montagny, kleiner St. Bernhard, Landry), sind der Kohlenblende verbunden, und wechseln (Moutiers) mit talkigem Kalk, mit Grauwacke, und mit Trümmer-Gesteinen ursprünglicher Felsarten. Der Teig dieser Konglomerate, das Bindemittel von Quarz, Granit und Gneiß, ist nicht immer thonschieferartig, wie bei der Harzer Grauwacke (der großen Formation §. 22 zugehörig): am häufigsten ähnelt jener Teig dem Glimmerschiefer. Werden die Bruchstücke sehr selten in der Masse, so verwechselt man diese Gesteine mit wahrhaften Uebergangs-Glimmerschiefern.

In diesem Gebilde, zusammengesetzt aus so vielen periodisch wechselnden Lagen, erscheint — beobachtet man die großen Massen — die schieferige Reihe mit Kohlenblende um etwas neuer, als die kalkige Reihe. Wenn, von einer Seite, die Gypse der Tarantaise und der Allée-blanche, Steinsalz, Schwefel und Anhydrit umschließend, auf dem Uebergangs-Gebiet ruhen, ohne daß sie eine recht deutliche Ueberlagerung zeigen, so scheint es dennoch ziemlich ausgemacht, nach den lehrreichen Untersuchungen des Herrn Brochant, daß die Gypse von Cogne, von Brigg und von Saint-Leonard in Wallis, dem Uebergangskalk selbst eingelagert sind. Die großen Formationen §§. 20 und 25 dürften die einzigen Uebergangs-Gesteine seyn, in welchen sich Porphyre und Syenite nicht entwickelt haben: es sind dieß zugleich die Felsarten, in denen die körnigen, weißen Kalke und die Talkmassen am häufigsten gefunden werden. Der blätterige Feldspath, in die kalkigen Massen eindringend (calciphyres feldspathiques

des Herrn Brongniart), scheint nur dem Gebilde §. 20 eigen. Die Kohlenblende steht diesem Gebilde und der großen Thonschiefer- und Grauwacken-Formation §. 22 gemeinschaftlich zu; aber minder häufig wird er in der letztern gefunden, wo der Kohlenstoff vielmehr in der ganzen Masse des Thonschiefers, des Kieselschiefers und des Kalkes verbreitet ist, die schwarze Färbung hervorrufend, als daß er zusammengetreten wäre in besondere Lagen. Die Kohlenblende, wie dieß sehr richtig durch Herrn Breithaupt beobachtet worden, ist älterer Entstehung als die Steinkohle und jünger wie Graphit. Der Kohlenstoff nimmt um desto mehr Wasserstoff auf, je näher er den Flötz-Gebirgsarten tritt. Diese Gesteine befinden sich in demselben geognostischen Verhältniß zu der Kohle, wie die Kohlenblende zu den Uebergangs-Gebirgsarten, wie der Graphit zu den Ur-Gesteinen. In den Andes ist mir keine Kalk-Formation bekannt geworden, die sich denen der Gruppe §. 20 näherte, ausgenommen zu Contreras, wo ich am östlichen Fuße der Kordilleren des Quindiu (Neu-Grenada) einen Uebergangs-Kalk gesehen, nicht dicht, sondern sehr körnig, blaulichgrau, gemengt mit Quarz-Körnern und kieselige Massen umschließend, dem Pechstein ähnlich. Diese Massen werden von Chalcedon-Gängen durchzogen. Die Lagerungs-Beziehung jenes Kalkes von Contreras, in der Mitte eines Gebildes von Sandstein und Flötz-Gyps, ist schwer bestimmbar.

II. Uebergangs-Porphyre und Syenite, unmittelbar gelagert auf Ur-Gesteinen; schwarzer Kalk und Grünstein.

§. 21. Dieß ist die große Formation des südlichen Amerika, in welcher keine Grauwacke vorkommt. Sie bietet ziemlich schwer lösbare Aufgaben, und umfaßt die Uebergangs-Porphyre der Andes von Popayan und jenes Theils von Peru, den ich durchwandert habe bei meiner Wiederkehr vom Amazonen-Strome nach den Küsten des Südmeers. Ehe ich die ausführliche Beschreibung dieser Formation gebe, sey es mir gestattet, einen allgemeinen Blick auf die Porphyr-Gesteine Amerikas zu werfen; auf jene Felsarten, die vorzugsweise

Gegenstand meines geognostischen Forschens gewesen. Wenn in Deutschland und in einem großen Theile Europas, wie Herr Mohs sehr richtig bemerkt, die Grauwacke zumal die Uebergangs-Gebilde bezeichnet, so kann man, in der südlichen Hälfte des neuen Kontinents, die Porphyre als den allgemeinen Typus jener Gebilde betrachten. Keine andere Bergkette schließt eine so gewaltige Masse von Porphyr ein, als die Kordilleren, welche fast nach einem Meridian, auf eine Erstreckung von 2500 Stunden von einer Erdhälfte in die andere sich ausdehnen. Diese Porphyre, reich an Gold- und Silbererzen (§. 23), sind am gewöhnlichsten den Trachyten verbunden, die über ihnen aufsteigen, und durch welche hindurch die vulkanischen Gewalten wirken. Ein solches Vergesellschaften erzführender Felsarten mit Gesteinen durch Feuer hervorgebracht oder umgewandelt würde die Geognosten Europas weniger in Staunen setzen, wenn sie nicht auf Gold und Silber sich erstreckte, und blos Eisenglimmer, Magneteisen, Titaneisen und salzsaures Kupfer beträfe. Es ist eine der überraschendsten Thatsachen und im lebhaften Widerspruche mit den Meinungen die, seit langer Zeit, von den berühmtesten Männern erfaßt gewesen. Indessen muß diese Thatsache genau dargestellt werden: denn es hat eine Verwandtschaft in den Lagerungs-Verhältnissen Statt, zuweilen selbst Aehnliches in dem Bestande, und dennoch keine Einerleiheit der Formationen. Die von uns gewählte Weise zur Umgrenzung der verschiedenartigen Gebilde nach ihrer Ueberlagerung und nach der Natur der sie überdeckenden Gesteine wird, so schmeichle ich mir, einige Aufklärung bieten über die Beziehungen zwischen den Uebergangs-Porphyren, den Trachyten und den (Flötz-) Porphyren des rothen Sandsteines. Zugleich werde ich die Stelle nachweisen, wo man in der Natur noch keine so scharfe Grenzen aufgefunden hat, als der gegenwärtige Zustand unserer systematischen Abtheilungen dieß nöthig macht.

Die Porphyre des südlichen Amerika gestatten eine gedoppelte Betrachtung: einmal nach ihrem geographischen Seyn, und sodann nach dem Verschiedenartigen ihres Formations-Alters. In Europa trifft man die Uebergangs-Porphyre und Syenite (Sachsen, Bo-

gesen, Norwegen) im Allgemeinen entfernt von den Trachyten (Siebengebirge bei Bonn, Auvergne): indessen trifft es sich auch, daß Porphyre und Trachyte mit einander verbunden vorkommen (Ungarn), und in solchem Falle sind die ersten zuweilen erzführend. Im südlichen Amerika findet man Porphyre und Trachyte zusammengedrängt auf einem schmalen Streifen im westlichsten und erhabensten Theile dieses Festlandes, am Rande des unermeßlichen Wasserbeckens des stillen Ozeans, das, nach Asien hin, durch Vulkane und trachytische Inseln, wie die Kurilen, die Japanischen Eilande, die Philippinen und Molucken, begrenzt wird. Ostwärts der Andes, in der ganzen östlichen Hälfte des südlichen Amerika, auf einem Flächenraum von mehr als 500,000 Geviert-Meilen, in Ebenen und in einzelnen Berggruppen, kennt man weder Uebergangs-Porphyr, noch wahrhaften Basalt mit Olivin, noch Trachyt, noch thätige Feuerberge. Die vulkanischen Phänomene scheinen beschränkt auf den Kamm und auf den äussersten Saum der Andes von Chili, von Peru, von Neu-Grenada, von Sankt-Martha und von Merida. Ich spreche dieß sehr entschieden aus, um Reisende zu veranlassen, jene Thatsache weiter aufzuklären, oder sie zu widerlegen. In demselben Landstriche, von dem östlichen Abhang der Andes bis zu den Küsten von Guiana und von Brasilien reichend, hat man Gold, Platina, Palladium, Zinn und eine unermeßliche Menge Eisenglanz und Magneteisen getroffen; allein, mitten unter so vielen Spuren von Silberglanz und Hornerz, wurde nicht ein Erzlager aufgefunden, das hinsichtlich seiner Metall-Schätze vergleichbar wäre mit den Lagerstätten von Peru und Mexiko. Ich habe keine Uebergangs-Porphyre beobachtet, und eben so wenig Porphyre des rothen Sandsteins, weder in der Küstenkette von Venezuela, noch in der Sierra de la Parime, noch in den Ebenen zwischen dem Orinoko, dem Rio Negro und dem Amazonen-Strom. Im Osten der Andes kenne ich nur einen kleinen Strich trachytischer Gebilde, unfern Parapara (nördlicher Saum der Llanos von Caracas), wo, an einem, für die Gebirgskundigen höchst denkwürdigen Punkte, Phonolith und Mandelstein mit Augit auf Serpentin und auf Uebergangs-Thonschiefer gelagert sind; aber diese Phonolithe

finden sich auf dem Rande der Kordilleren von Carracas, welche durch Niagua, Tocuyo und dem Paramo de Niquitao mit den Andes von Merida zusammenhängen. Herr von Eschwege hat in Brasilien einige den Urformationen von Granit = Gneiß eingelagerte Porphyre gefunden; allein er ist des Glaubens, daß jenem, weit erstreckten Lande die selbstständige Formation von Uebergangs-Porphyr, von Trachyt, von Basalt und Dolerit gänzlich fehle. In Amerika erleichtern die sehr bedeutende Länge des Laufes der Ströme und die große Zahl der in dieselben sich ergießenden Flüsse, durch Untersuchung der Rollsteine, die Kenntniß der Gegenden, welche man nicht durchwandern konnte. Zwischen Carare und Honda habe ich, in der Mitte eines Sandstein-Gebildes, Bruchstücke von Trachyten gesammelt, die der Magdalenen-Fluß aus den Andes von Antioquia und von Herveo (Neu = Grenada) herbeiführt.

Was die Natur der Formationen von Porphyren angeht, die man in der westlichen, bergigten Kette des südlichen Amerika und Mexikos trifft, welches nur eine Fortsetzung dieser Kette selbst ist, so verdient die zweite scharf geschiedene Gruppe besonders gekannt zu werden. Die erste (§. 21), oft Erze beherbergend, ruht auf Thonschiefer, oder auf Talkschiefer mit Kalk der Uebergangszeit: beide nähern sich zuweilen, durch Lagerungs = Verhältnisse und Bestand, den trachytischen Porphyren, wie die Porphyre der Gruppe §. 23 jener des rothen Sandsteins nahe treten. Die Uebergangs = Porphyre der Andes von Peru und Mexiko erscheinen häufig überlagert mit Trachyten, während die Porphyre einiger Gegenden Deutschlands von der Formation des rothen Flötz = Sandsteines bedeckt sich zeigen, welche Formation wieder Porphyre einschließt und Mandelsteine. In Amerika sind die Grenzen zwischen den Uebergangs = Porphyren und den wahrhaften Trachyten, solche, die als vulkanische Felsarten erkannt werden, nicht so leicht bestimmbar. Von den, die reichen Silbererze umschließenden, Porphyren von Pachuka, von Real del Monte und von Moran (Porphyre ohne Quarz, häufig viel Hornblende führend und gemeinen Feldspath), aufwärts steigend zu den weißen

Trachyten, den Perlsteinen und Obsidianen des Oyamel und des Cerro de las Navajas (montagne des Couteaux, im Osten von Mexiko); von dem, stellenweise mit schwarzem, kleinkörnigem Kalk bedeckten, Uebergangs-Porphyre in den Andes von Popayan sich wendend zu den bimssteinartigen Trachyten, von welchen der Vulkan zu Purace umgeben ist, findet man phorphyrartige Gesteine der Uebergangszeit, die sich theils als Uebergangs-Porphyre, theils als Trachyte ansehen lassen. Ja noch mehr: in der Mitte der Porphyre Mexikos, so reich an Gold- und Silbererzen, trifft man Lagen (Villalpando bei Guanaxuato) frei von Hornblende, aber mit sehr vielen Krystallen glasigen Feldspathes; sie sind kaum unterscheidbar von den Phonolithen (Porphyrschiefer) des Biliner-Steines in Böhmen. Im Allgemeinen — wie dieß der gelehrte Professor der Mineralogie zu Mexiko, Herr **Andres del Rio**, einer der ausgezeichnetsten Schüler **Werners**, vor mir beobachtet hatte — enthalten die Uebergangs-Porphyre Neu-Spaniens zwei Feldspath-Arten zugleich, nämlich gemeinen und glasigen. Es hat mir geschienen, daß der letztere häufiger wird in den obern, den trachytischen Porphyren mehr nahen, Lagen.

Man ist in diesem Theile des neuen Kontinents nicht minder verlegen über das Verbundenseyn der, oft Silbererze führenden, Porphyre mit den Obsidian umschließenden Trachyten, als man in Europa es ist rücksichtlich des innigen Verbandes der letzten Uebergangs-Felsarten mit den ältesten Flötz-Gesteinen, oder in Betreff des Wechsels von Glimmerschiefer, der allen Schein hat einer Ur-Felsart, mit Grauwacke und altem Trümmer-Gestein. Der Grund solchen Verbundenseyns ist indessen keineswegs derselbe. Daß auf Trümmer-Felsarten oder auf Gesteinen, erfüllt mit Orthoceratiten, mit Madreporen und Enkriniten, wiederum Gebirgsarten folgen können frei von organischen Resten, und ähnelnd dem Gneisse und dem Glimmerschiefer der Urzeit, kann nicht im hohem Grade befremden. Ein solcher Wechsel, ein solches örtliches oder periodisches Vermißtwerden der Lebens-Spuren, thut sich auch in ältern und neuern Flötz-Gebilden dar: jene Verhältnisse scheinen einen un-

gleichen Zustand der Erdoberfläche und des Grundes der Becken anzudeuten, wo solche Niederschläge sich gebildet. Das Verwandtseyn der Uebergangs-Porphyre und der Trachyte, der häufige Anschein von gegenseitigen Uebergängen dieser Felsarten, ist ein Phänomen, von welchem die Grundlage der am meisten angenommenen geognostischen Ansichten erschüttert werden dürfte. Hat man die Trachyte, die Perlsteine und die Obsidiane als gleichen Ursprungs zu betrachten mit dem Trilobiten-Thonschiefer, mit dem schwarzen Orthoceratiten-Kalk? Oder soll man nicht vielmehr einräumen, daß das Gebiet vulkanischer Gewalten zu eng begrenzt werde, und daß jene zum Theil erzführenden Porphyre, ohne Quarz, aber mit Hornblende, glasigem Feldspath und selbst mit Augit gemengt, mit den Trachyten verbunden sind, was beziehliches Alter und Ursprung betrifft, wie die Trachyte — vordem mit den Uebergangs-Porphyren verwechselt und mit dem Namen Trapp-Porphyre bezeichnet — mit den Basalten im Verbande sich finden und mit wahrhaften Lavenströmen ergossen von den, heutiges Tages thätigen, Vulkanen? Der erste jener Wagesätze scheint mir Allem zu widerstreiten was in Europa beobachtet worden, so wie der Gesammtheit von Thatsachen, die ich zusammenstellen konnte über die Obsidiane und Perlsteine des Piks von Teneriffa und der Feuerberge von Popayan und von Quito. Die zweite Hypothese wird minder gewagt sich darzustellen, weniger unwahrscheinlich, wenn man den Gedanken an vulkanische Thätigkeit nicht mehr beschränkt auf die Wirkungen hervorgebracht durch die Schlünde unserer brennenden Vulkane, wenn man jene Wirkung mehr ansieht als bedingt durch die hohe Temperatur in großer Tiefe überall herrschend im Innern unsers Weltkörpers. Wir haben seit der geschichtlichen Zeit-Rechnung, selbst in der uns nicht fernen, ohne Flammen-Ausbrüche, ohne Ausschleudern von Schlacken, trachytische Gesteine dem Meeresgrunde entsteigen sehen (Griechisches Inselmeer, Azorische und Aleutische Eilande); man hat Basaltkugeln, vollkommen gebildet, in konzentrischen Lagen der Erde entsteigen und sich zu kleinen Kegeln aufhäufen sehen (Plajas de Jorullo in Mexiko). Lassen Thatsachen der Art nicht, bis zu gewissem Grade, dasjenige

errathen, was, nach größerm Maßstabe, in der geborstenen Erdrinde vorgegangen seyn kann, überall, wo jene innere Gluth, unabhängig von der Neigung der Erdachse, so wie von unbedeutendem, klimatischem Einflusse, unter Mitwirken elastischer Flüssigkeiten, Felsmassen emporgehoben, mehr und weniger erweicht und in flüssigen Zustand versetzt?

Von den Uebergangs-Gebilden redend, welche in den Andes von Mexiko, von Neu-Grenada und von Peru den, sie bedeckenden, Trachyten verbunden scheinen, kann man nicht unterlassen, Betrachtungen anzustellen über den Ursprung der Felsarten. Es ist das Mangelhafte unserer Klassifikationen der Gebilde, wodurch solche Abschweifung herbeigeführt wird. Der Ausdruck, vulkanisches Gestein, deutet, wie ich dieß bereits weiter oben bemerkt habe, einen Abtheilungs-Grundsatz an, sehr verschieden von jenem, der bei Sonderung der Ur- und Uebergangs-Gebirgsarten zur Richtschnur dient. Im letzten Falle ist eine Thatsache geboten, eine Thatsache unmittelbarer Wahrnehmungfähig. Ohne weit zurückzugehen, nur den gegenwärtigen Zustand der Dinge untersuchend, vermag man zu entscheiden, ob eine Verbindung von Felsarten gänzlich der versteinten Reste organischer Wesen ermangelt; ob kein Zwischenlager von Sandstein oder von Konglomeraten vorhanden ist, oder ob solche Ueberbleibsel, solche Lager sich zeigen. Stellt man aber vulkanische Gebilde den Ur-Gebilden und jenen der Flötzzeit gegenüber, so wird eine durchaus geschichtliche Frage angeregt; man bringt die Gebirgsforscher dazu, sich unwillkührlich auszusprechen über den Ursprung der Granite, Syenite und Porphyre. Es ist nicht mehr unmittelbare Beobachtung des Vorhandenen, Gegenwart oder Abwesenheit von Resten organischer Wesen; es ist ein auf Folgerungen, auf mehr oder weniger bestrittene Analogieen gegründetes Urtheil, das entscheiden soll über die Vulkanität oder über die Nicht-Vulkanität einer Formation. Zwischen den Erzeugnissen, welche die Mehrzahl der Geognosten — ich könnte sagen alle Geognosten, welche Italien, die Auvergne, die Kanarischen Eilande und die Andes gesehen haben — als entschieden vulkanische betrachten (die Porphyre mit Obsidian-

Grundmasse, die halbverglasten Porphyre, die trachytischen Porphyre), und jene Porphyre, welche durch Gegenwart des Quarzes, durch Abwesenheit des glasigen Feldspathes, der Hornblende und des Augits, den Porphyren oder Grauwacken näher treten, finden sich, in den Kordilleren der Andes, Lagen, deren Grundmasse in Phonolith übergeht, und in denen glasiger Feldspath, Hornblende und zuweilen selbst Augit allmählig den Feldspath vertreten. In solchem Falle weiß man nicht wo die Porphyre aufhören, welche der Uebergangszeit beigezählt werden, und wo die Trachyten anfangen.

Ich bezweifle keineswegs, daß neue Reisen, eine sorgsame Untersuchung der Uebergangs-Feldspath-Gesteine, so wie jener, welche der rothe Sandstein einschließt, diese wichtige Streitfrage genüglicher aufklären werden; beim gegenwärtigen Stande des Wissens sollen mich, in der Sonderung der Porphyre und Trachyte der Andes, weniger die Ansichten über den Bestand leiten, als jene über die Lagerung. Nur höchst selten haben die wahrhaften Trachyte Amerikas gemeinen Feldspath aufzuweisen; aber der glasige Feldspath, die Hornblende und der Augit finden sich zugleich in jenen Felsarten und in den Porphyren §§. 21 und 23, die zum Theil überdeckt sind mit schwarzem Uebergangskalk und mit rothem Flötz-Sandstein. Auch wenig Quarz findet man in den Porphyren des südlichen Amerika, so wie in den Trachyten; jene Mineral-Substanz bezeichnet im Gegentheil die meisten Porphyre Europas, §§. 22 und 24. Die gänzliche Abwesenheit des Quarzes ist indessen ein wenig sicheres Zeichen einer trachytischen Formation, da er sich, obwohl in kleinen Massen, in einigen Trachyten der Dardanellen, Ungarns und des Chimborazo findet. Herr von Buch hat bei den Basalten von Antrim einen Porphyr entdeckt, dem des rothen Sandsteins sehr ähnlich, und zugleich Quarz und gemeinen Feldspath eingemengt enthaltend, und untergeordnete Lager von Perlstein und Obsidian. Diese Thatsache wiederholt sich auch in den Trachyten der Euganäischen Berge. Glimmer und vorzugsweise Granaten erscheinen, wenn gleich höchst selten, in den Uebergangs-Porphyren beider Kontinente; aber sie zeigen sich zugleich in den Trachyten des alten Vulkans von

Yanaurcu, am Fuße des Chimborazo und in den trachytischen Konglomeraten Europas. Die Porphyre, wie die Trachyte der Andes, sind ausgezeichnet säulenförmig abgesondert: die Masse der Trachyte ist mitunter in solchem Grade dicht, daß Blasenräume und Risse in denselben nur sehr mühsam sich erkennen lassen.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß die Merkmale, entlehnt aus dem Bestande — unumschränkte, vereinzelte Merkmale vermittelst deren man die Uebergangs-Porphyre und die Trachyte der Kordilleren unterscheiden wollte, — sehr unzuverlässig sind: es ist die Gesammtheit oryktognostischer Kennzeichen, der Uebergang einer Felsart zum Zustande des Glasigen; es sind die Obsidiane, die Perlsteine, die verschlackten Massen, umschlossen von dem Gestein; es sind die Lagerungs-Beziehungen, welche dasselbe als Trachyt erkennen lassen. Zudem ist man leichter geneigt, gewisse Formationen für Trachyte anzusprechen, als über den angeblichen neptunischen Ursprung mancher andern zu entscheiden. Trachyte und Uebergangs-Porphyre können gleichmäßig den Ur-Felsarten aufgelagert seyn: nicht die unterliegenden Gesteine sind es, die den Geognosten leiten sollen; sondern diejenigen, von welchen Felsarten überdeckt erscheinen. Am häufigsten zeigen sich Trachyte und Uebergangs-Porphyre der Kordilleren frei von jeder Ueberlagerung anderer Formationen; allein überall, wo eine solche Bedeckung Statt gehabt, und wo das aufgelagerte Gestein unbezweifeltes Erzeugniß der Uebergangszeit ist, entscheidet, neuerer Ansicht zu Folge, jene Ueberlagerung allein die zu lösende Streitfrage der Klassifikation. Die Trachyte tragen in der Regel nur andere vulkanische Gebilde: äusserst selten, wie z. B. in Ungarn, ruhen sehr jugendliche Flötz-Formationen, ähnlich dem Gebilde von Paris, auf denselben; noch sparsamer (Kanarisches Inselmeer, Andes von Quito) geringmächtige Gyps- und Rogenstein-Formationen, eingelagert in, oder aufgelagert auf bimssteinartigem Tuff. Zuweilen erscheinen die Uebergangs-Porphyre Amerikas — nicht die Trachyte — überdeckt mit schwarzem, kleinkörnigem Kalk, mit rothem Sandstein, oder mit Alpenkalk; und wenn eine solche Ueberlagerung nicht bemerkbar ist, so tritt der Fall ein,

daß man den minder sichern Weg der Schlußfolgen und der Analogieen einschlagen muß. Man würde vielleicht weniger wagen das zu trennen, was die Natur ziemlich enge verbunden, wollte man vorläufig unter der freilich schwankenden Benennung hornblendiges Porphyr-Gebilde die Gesammtheit der Kordilleren-Felsarten bezeichnen, welche ein Porphyr-Gefüge haben (Uebergangs- und Trapp-Porphyre, oder Trachyte), die fast frei sind von Quarz und zugleich viel Hornblende und viel blätterigen oder glasigen Feldspath enthalten.

Nach dieser allgemeinen Uebersicht der Uebergangs-Porphyre der Andes, und nach den Andeutungen über ihr geognostisches Verwandtseyn mit den Trachyten, werde ich die Gruppe der Porphyre bezeichnen, die älter sind als Entrochiten- und Orthoceratiten-Kalk, als Thonschiefer und Uebergangs-Glimmerschiefer. Man vermag in dieser Gruppe, da wo solche durch mich mit Sorgfalt beobachtet worden in der nördlichen Erdhälfte (Kordilleren von Popayan und Almaguer) und in der südlichen Erdhälfte (Berge von Ayavaca, auf der Grenze der Andes von Quito und von Peru) mehrere einzelne Formationen zu unterscheiden; nämlich:

Porphyre;
Grünstein und eisenschüssige Thone;
Syenite;
(Uebergangs-Granite?);
Kalkstein, kohlenstoffhaltig;
(Uebergangs-Gyps?).

Porphyre, deren Ansehn häufig trachytisch wird, herrschen in dieser Gruppe. Nirgends habe ich einen Wechsel der Porphyre mit den Syeniten gesehen, oder mit Uebergangs-Kalk, noch einen Wechsel des Syenits mit Grünstein, wie dieß der Fall ist (§§. 23 und 24) in Mexiko und in mehreren Theilen Europas. Der Syenit der Andes in Baraguan, von Chinche und von Huile (ostwärts vom Rio Cauca zwischen dem Quindiu und Guanacas, unter 2° 45′ und 4° 10′ nördlicher Breite), ist Ur-Felsarten aufgelagert; er ruht auf Granit-Gneiß, vielleicht selbst auf Glimmerschiefer. Es ist

eine vereinzelte Formation, den Porphyren von Popayan parallel, überdeckt mit Kalk, der sehr kohlenstoffreich ist. Dieser Syenit besteht aus viel Hornblende und gemeinem, röthlichweißem Feldspath; er enthält wenig schwarzen Glimmer und Quarz. Der Feldspath herrscht in der Masse vor; der Quarz (was allerdings ziemlich denkwürdig in einem Syenite) ist durchscheinend, graulichweiß und stets krystallisirt, wie dieß der Fall bei dem Quarz der Porphyre Europas aus der Gruppe §. 24. Die Verbindungsweise der Gemengtheile findet fast nach Lagen Statt, so, daß der Uebergangs = Syenit der Kordilleren nicht die vollkommene körnige Textur zeigt, wie der Syenit von Plauen bei Dresden; die flaserige Struktur dieses Gesteines nähert sich im Gegentheil mehr jener des Gneisses. Was den Syenit des Nevado de Baraguan von den, Hornblende führenden, Syeniten (§. 7), oder von jenen entfernt, die als Erzeugnisse der Urzeit gelten könnten (§. 8), ist sein Uebergang zum Trachyt und sein Verbundenseyn mit den ihm aufgelagerten Uebergangs = Grünsteinen, zwischen dem Paramo d'Iraca und dem Rio Paez (Provinz Popayan). Allmählig verschwindet der Quarz aus diesem Uebergangs = Syenit; die Hornblende gewinnt mehr die Oberhand, und das Gestein erhält eine fast porphyrartige Struktur. Es zeigt in solchem Falle einen Feldstein = Teig (pâte pétrosiliceuse) von röthlicher oder von gelblichgrauer Farbe, äusserst wenig schwarzen Glimmer, viel Hornblende, und einzeln zerstreute, sehr in die Länge gezogene, Krystalle von Feldspath, mehr glas = als perlmutterglänzend. Es ist dieß kein Syenit mehr, sondern ein Trachyt, dessen ungeheure, mannichfach gruppirte Masse, wie feste Burgen, über den Kamm der Andes sich erheben. Solche Uebergänge scheinen mir höchst merkwürdig; sie dürften die Zweifel bekräftigen, welche man über den Ursprung aller prmitiven körnigen Gesteine haben kann. Viele, aus Feldspath und Hornblende gemengten, Felsarten lassen sich nur äusserst schwierig in den Aequatorial = Gegenden mit Namen bezeichnen, weil diese Formationen sich auf der Grenze befinden zwischen Uebergangs-Syeniten und Trachyten. Bald körnig, bald porphyrartig, ähneln sie entweder den Syeniten der Gruppe §. 23 aus Ungarn, oder den

Trachyten des Drachenfelsens unfern Bonn, oder jenen der großen Hochebene von Quito. Da man wahrnimmt, daß die Uebergangs-Porphyre von Popayan ebenfalls in die Trachyte übergehen, so findet sich der Formations-Parallelism der Syenite und der Porphyre derselben Gruppe §. 21 durch die geognostischen Beziehungen zweier Felsarten mit einer dritten bestätigt. Zuweilen (Fuß des Vulkans von Purace unfern Santa-Barbara) scheint ein sehr glimmerreicher Uebergangs-Granit die Syenite, Quarz und gemeinen perlmutterglänzenden Feldspath einschließend, von den wahren Trachyten zu trennen, deren Grundmasse, nach den Gipfeln der Berge zu (in 2200 Toisen), glasig wird und in Obsidian übergeht.

In der ganzen von mir in den Kordilleren der Andes (zwischen dem Nevado de Tolima und den Städten Popayan, Almaguer und Pasto) untersuchten Syenit- und Porphyr-Gruppe, ist der Porphyr welcher die entschiedensten Merkmale eines Uebergangs-Gesteines trägt, jener, welcher die Basalte der Tetilla de Julumito (Ufer des Rio Cauca, westlich von Popayan) umgibt, der (bei Los Serrillos) von schwärzlichem Kalk überdeckt ist, und aus dem Dichten ins Kleinkörnige übergeht, von weißen Feldspath-Gängen durchzogen wird, auch so reich an Kohlenstoff-Gehalt sich zeigt, daß er stellenweise abfärbt und in eine kohlige, pulverartige Substanz sich aufgehäuft findet in den Schichtungs-Klüften. Dieses Zusammengehäuftseyn des Kohlenstoffes, welches auch in den Kohlenblenden und Alaun-Schiefern, ferner im Lydischen Stein und in Kieselschiefern beobachtet wird, läßt die Frage nicht zweifelhaft, ob der schwärzliche Kalk von Los Serillos (bei Julumito), in welchem es mir nicht gelungen auch nur eine Spur organischer Reste aufzufinden, ein wahrhafter Uebergangs-Kalk sey. Auch der Lydische Stein, im Uebergangs-Thonschiefer von Naila und Steben (Baireuther Gebirge) vorkommend, zeigt ähnliche Ablagerungen kohligen Pulvers in seinen Klüftungen; und Bruchstücke dieses Gesteines, nicht abfärbend, haben mir gedient, um den Nervenreiz bei Fröschen zu erregen, indem ich sie mit Zink bei galvanischen Vorrichtungen anwendete. Der schwarze Uebergangs-Kalk (nero antico), so berühmt unter den Alten, als marmor

Luculleum, enthält, nach der Zerlegung des Herrn John, ¾ Procent Kohlenstofforyd, als färbendes Prinzip in der ganzen Gesteinmasse vertheilt. Ein Porphyr, überdeckt von kohlenstoffreichem, kleinkörnigem und vielleicht versteinerungslosem Kalk, ist für den Gebirgskundigen, der mehr Gewicht legt auf die Lagerungs-Verhältnisse, als auf den Bestand der Gebilde, ein Uebergangs-Porphyr, die oryktognostische Beschaffenheit der ihn zusammensetzenden Theile sey welche sie wolle. Die Trachyte, wie bereits bemerkt, sind nur von andern vulkanischen Gesteinen bedeckt gefunden worden, oder von Tuff, oder von einigen Flötz-Formationen sehr jugendlichen Alters. Der Uebergangs-Porphyr von Popayan, welcher dem schwarzen Kalk aufgelagert ist, zeigt sich ziemlich regelrecht geschichtet; er enthält wenig Hornblende, äusserst sparsam Quarz in kleinen, der Masse eingewachsenen Krystallen, und einen Feldspath, der aus dem gemeinen in glasigen übergeht. Augit ist mir darin eben so wenig vorgekommen, als in den Porphyren von Pisoje, die, auf dem rechten Ufer des Rio Cauca, von dem westlichen Abhang des Vulkans von Purace, eine prachtvolle Säulenreihe bilden. Dieser Porphyr erscheint in 5 bis 7seitigen Säulen, von 18 Fuß Höhe, gespalten: Säulen, die von Ferne ein basaltisches Ansehen haben, und welche man in Europa bei vielen Uebergangs-Porphyren und selbst bei den Porphyren des rothen Sandsteins findet. Eine senkrechte Reihe solcher Säulen ruht auf einer vollkommen wagerechten. In einem grünlichgrauen Teige, wahrscheinlich Feldstein durch Hornblende gefärbt, sind sehr wenige Hornblende-Krystalle mit freiem Auge sichtbar, ferner etwas schwacher Glimmer, aber viel milchweißer, nicht glasiger Feldspath. Quarz fehlt diesen Säulen-Porphyren, wie fast allen Uebergangs- und erzführenden Porphyren Mexikos. Das Gestein von Pisoje ist geognostisch ziemlich entfernt von den, dem Uebergangs-Kalk verbundenen, Porphyren von Julumito: deshalb bleibt es zweifelhaft, ob dasselbe nicht schon der Trachyt-Formation beizuzählen sey. Was die Uebergangs-Porphyre von Julumito betrifft, so ist unentschieden, auf welchem Gebilde sie ruhen; denn, von Quilichao bis zum Kamm de los Robles — westlich vom Pa-

ramo de Palitara und vom Vulkan von Purace, dem Wassertheiler zwischen dem Südmeer und dem Meere der Antillen — sieht man keine Urgesteine weiter zu Tag ausgehen. Der Alto de los Robles selbst besteht aus Glimmerschiefer (Streichen der Schichten, N. 60° O., wie der Gneiß = Glimmerschiefer der Andes von Quindiu; Fallen, 50° in S. O.). Diese Primitiv = Felsart der Robles beobachtet man auch bei Timbio und in der Nähe der Quellen des Rio de las Piedras (Höhe 1004 Toisen), die unter den Porphyren von Purace und von Sotara hervortreten. Auf dem Glimmerschiefer ruhen, wie ich dieß ungemein deutlich gesehen habe in den Schluchten zwischen dem Rio Quilquase und dem Rio Smita, die Porphyr = Gesteine des Cerro Broncaso und jene, die nach Süden folgen zwischen Los Robles und dem Paramilla von Almaguer. Auch die großen Quarzblöcke, welche man zerstreut findet in der Mitte dieser Porphyr= und Trachyt = Gebilde, verkünden überall die Nähe des Glimmerschiefers.

Hier bietet sich die wichtige Frage: ob die Gesteine mit Porphyr=Struktur, im Süden des Alto de los Robles, den westlichen Abhang des Feuerberges von Sotara und der Paramos de las Papas und von Cujurku bildend (S. meine Karte von Rio grande de la Magdalena), wahrhafte Uebergangs = Porphyre sind. Ich werde die Thatsache so darlegen, wie sie von mir beobachtet worden. Die Porphyre von Broncaso (nördliche Breite 2° 17′, Länge 79° 3′, zu Folge meiner astronomischen Beobachtungen zu Popayan und Almaguer) umschließen häufig sehr große milchweiße Feldspath = Krystalle; lang gezogene, durcheinander gewachsene Säulen von Hornblende (nach Art der Feldspath = Krystalle in dem, von Alterthumsforschern serpentino verde antico oder porfido verde genannten Porphyr, dem Grünporphyr Werner's); endlich etwas Quarz, durchscheinend, krystallisirt. Nicht selten laufen Hornblende = und Feldspath = Krystalle von einem Punkt aus. Im Innern des Feldspathes findet man andere, sehr kleine, schwarz gefärbte Krystalle, die mir eher Augite zu seyn schienen, als Hornblende. Der Mittelpunkt, um welchen sich die Krystall = Blättchen des Leuzits anlegen,

ist, nach Herrn von Buch, ebenfalls ein mikroskopischer Augit-Krystall, und in den porphyrartigen Gesteinen Ungarns hat Herr Beudant Granaten getroffen, in der Mitte von Hornblende-Krystallen. Kreuzweise Durchwachsungen und seltsame Zusammenhäufungen von Krystallen gemeinen Feldspaths und von Hornblende bezeichnen alle Porphyre zwischen dem Cerro Broncaso und den Thälern von Quilquase und Rio Smita, Porphyre die regellos und ungleichförmig geschichtet sind (Mächtigkeit 2 bis 3 Fuß; Streichen N. 53° W., Fallen 40° N. O.) mit den Glimmerschiefer-Schichten. Ihre Grundmasse weicht ab von jener der Porphyre von Julumito: sie ist schön spargelgrün, im Bruche dicht oder muschelig, mitunter ziemlich weich, gibt ein graues Strichpulver und erscheint beim Anhauchen äusserst dunkel gefärbt; zuweilen ist sie auch sehr hart und ähnelt der Jade, oder dem Phonolith (Klingstein, Grundmasse des Porphyrschiefers), das heißt, sie gehört dem Feldstein an. An den Ufern des Rio Smita habe ich in diesen Porphyren, in den porfido verde der Antiquare übergehend, Lagen gesehen, die fast ganz frei waren von eingemengten Feldspath-Krystallen: es sind Saussurit-Massen, spargel- oder lauchgrün, fast denen ähnlich, die in den Uebergangs-Euphotid-Gesteinen vorkommen; eine zahllose Menge kleiner Quarz-Gänge durchsetzen jene Felsarten. Weiter nach Süden behalten die grünen Porphyre mit Feldspath-Grundmasse die einzelnen Quarz-Krystalle; und dieß Merkmal entfernt sie vom Porphyrschiefer des Trachyt-Gebildes, in welchem der Quarz eine durchaus vereinzelte Erscheinung von höchster Seltenheit ist. Gleichzeitig beginnt schwarzer Glimmer aufzutreten, und eine Abänderung des Augits mit stark glänzender Aussenfläche, mit muscheligem Querbruche und von so lichter olivengrüner Farbe, daß man ihn für den Olivin der Basalte ansprechen könnte. Dieser Porphyr mit schwarzem Glimmer füllt die Thäler der kleinen Flüsse San Pedro, Guachicon und Putes; er verbirgt sich zuweilen unter einem kugelig abgesonderten Grünstein (die Kugeln von 4 bis 6 Zoll im Durchmesser), und zeigt sich zuletzt nicht mehr geschichtet, sondern ganz dem aufgelagerten Grünstein ähnlig, kugelig abgesondert, die Kugeln

beim Verwittern in konzentrisch = schaalige Stücke zerfallend. Oft sind die, höchst festen, Porphyr = Kugeln von demselben Bestande, wie der massige Porphyr. Der Kern derselben ist fest und enthält weder Quarz noch Chalzedon : sie bilden eigene Lagen von sechs Fuß Mächtigkeit und finden sich in, von atmosphärischen oder galvanischen Einwirkungen nicht angegriffenen, Felsarten wie eingewachsen, oder damit verschmolzen. Diese Struktur ist nicht Folge der Zersetzung, wie man dieß von einigen Säulen = Basalten geglaubt, die sich kugelförmig absondern ; sie scheint vielmehr durch eine ursprüngliche Anordnung der Massentheile bedingt zu werden. Ich glaube, daß man nirgends in der Welt eine größere Aufhäufung von Felsarten mit kugeliger Struktur findet, als in der Kordillere der Andes, zumal von Quilichao (zwischen Caloto und Popayan) bis zur kleinen Stadt Almaguer.

Herabsteigend vom Cerro Broncaso und allmählig — stets in der Richtung von Nord nach Süd, auf der Straße von Popayan nach Almaguer — die Thäler von Smita, von San=Pedro und von Guachicon durchwandernd, beobachtet man in der Mitte eines, nicht kugelig abgesonderten, Pprphyres, der mehr Hornblende und mehr olivengrün gefärbten Augit umschließt, als glasigen Feldspath, eine ungemein denkwürdige, geognostische Thatsache. Eckige Gneiß=Bruchstücke von drei bis 4 Geviert = Zollen sind der Masse eingewachsen. Es ist ein glimmerreicher Gneiß : dieselbe Erscheinung zeigen die Trachyte des Drachenfelsens (Siebengebirge am Rheinufer) und, in den untern Schichten, der Phonolith des Biliner = Steins in Böhmen. Nicht fern von da, im nordöstlichen Theile desselben Thales, des Rio Guachicon (ein Thal von 400 Toisen Tiefe, in welchem ich mich einen ganzen Tag aufgehalten), hat das Porphyr = Gestein die zusammengesetzteste Struktur, welche mir je vorgekommen bei Uebergangs= und bei trachytischen Porphyren. Man bemerkt darin zugleich Krystalle von glasigem Feldspath, von Hornblende, schwarzem Glimmer, Quarz und Augit, dessen Farbe jener des Olivins sehr nahe steht. Der Quarz erscheint nur in sehr kleinen Massen ; aber sicher ist er nicht das Werk späterer Infiltrationen. Weiter süd=

wärts, jenseit des Kammes der den Rio Guachicon vom Rio Putes scheidet, verschwinden die fünf eingemengten Substanzen fast gänzlich; das porphyrartige Gestein wird gleichartiger, ausserordentlich hart und so rein schwarz, wie gewisse Lydische Steine, oder wie die Grundmasse des angeblichen porphyrartigen Jaspis von Altai, oder wie jene mancher Aegyptischer Bildsäulen, die irriger Weise Basalt oder Basanites genannt werden. Daß es Pechstein sey, bezweifle ich: es ist vielmehr ein Feldstein, schwarz gefärbt durch Hornblende, oder durch irgend eine andere Substanz. Der Bruch des gleichartigen Teiges ist eben, oder groß- und flach-muschelig; er ist glanzlos, fast gänzlich matt. Ich habe darin nur wenige, in die Länge gezogene Krystalle glasigen Feldspaths wahrgenommen und sechsseitige Säulen-Krystalle von Werners muscheligem Augit, schwarz gefärbt, wie Melanit, und, was Glanz- und Bruch-Verhältnisse betrifft, dem Augit vom Heulenberg unfern Schandau in Sachsen sehr ähnlich.

Ich habe nun nach und nach die Porphyre von Julumito beschrieben, bedeckt mit schwarzem Kalk und reich an Kohlenstoff; jene von Pisoje, mit nicht verglastem Feldspath und säulenartig gespalten; ferner die grünen Porphyre, Quarz einschließend und häufig kreuzweis durcheinander gewachsene Hornblende-Krystalle vom Cerro Broncaso und aus dem Thale von Smita; dann die porphyrartigen Gesteine des Rio Guachicon, Gneiß-Bruchstücke enthaltend; endlich die Porphyre vom Rio Putes, deren schwarze, gleichartige, dichte Grundmasse nur sehr wenig eingewachsene Krystalle enthält. Gehören alle diese Felsarten einer und derselben Formation an, welche eigenthümliche Merkmale zeigt in den verschiedenen Thälern der Kordillere von Sotara und von Cujurku? Man vermag nicht zu bezweifeln, daß die Gneiß-Bruchstücke, eingeschlossen in den Gesteinen, den Rio Guachicon begrenzend, wahrhafte Trachyte bezeichnen. Es sind gleichsam die Vorboten jener Trachyte und jenes ungeheuern Hauf-werkes von Bimssteinen, die ich, zwanzig Meilen mehr südwärts, auf den Ufern des Mayo gefunden habe. Allein die Benennung Trachyt muß ausgedehnt werden auf alle Porphyre, welche durch den Cerro Broncaso nach den Glimmerschiefern des Alto de los Robles

sich erstrecken, und die zum Theil überdeckt sind, nicht mit Doleriten, wohl aber mit Grünstein von kugeliger Struktur, durchaus ähnlich dem Grünstein der Uebergangs-Gebilde Deutschlands. Zu Folge dessen, was ich bereits entwickelt habe hinsichtlich des unmerklichen Uebergangs der erzführenden Porphyre Mexikos in Felsarten, Obsidian und Perlstein einschließend, deren vulkanischer Ursprung gegenwärtig fast nicht mehr in Abrede gestellt wird, weiß ich nicht, wie ich eine so wichtige Streitfrage entscheiden soll. Sie bietet nicht sowohl eine Aufgabe die Lagerung betreffend, als vielmehr eine solche, die ich geschichtlich nennen möchte, weil sie Gegenstand der Geogonie ist, geknüpft an die Vorstellung, welche man über die Entstehungsweise der verschiedenen felsigten Niederschläge erfaßt hat, von denen die Außenfläche der Erde überdeckt wird. Der Geognost sieht sich am Ziele seines Strebens, wenn er die Lagerungs-Beziehungen und die Natur des Bestandes untersucht hat. Noch ist es zu frühe, um abzuurtheilen über jene Massen, die zwischen den Uebergangs-Porphyren und den, ausschließlich vulkanische Porphyre genannten, Trachyten zu schwanken scheinen. Was heutiges Tages schwer zu entwickeln seyn dürfte, hellt sich vielleicht auf, wenn Aequinoktial-Amerika, frei, entwildert, den Reisenden zugängiger, von einer zahlreichen Menge unterrichteter Männer wird untersucht worden seyn; wenn neue Entdeckungen zur Einsicht geführt haben werden, daß vulkanische Einwirkungen, langsam, allmählig vorschreitend, oder mehr rasch und stürmisch, überall Statt gefunden haben können, wo Spalten eine Verbindung mit dem Erd-Innern aufgeschlossen haben, worin, allem Anschein zu Folge, immer noch eine sehr hohe Temperatur herrscht. Schon dürfen wir uns überzeugt achten, daß Felsarten, fast einerlei mit den, dem trachytischen Gebilde zuständigen, oder dasselbe übersteigend, wahrhaften Porphyren eingelagert sind, Porphyren der Uebergangszeit, oder Porphyren des rothen Sandsteins. Allen Geognosten sind die denkwürdigen Beobachtungen bekannt, angestellt von Herrn **von Buch** bei Holmstrandt im Meerbusen von Christiania in Norwegen. Ein Porphyr, neben dem gemeinen, nicht verglasten Feldspath, sehr wenig Hornblende und Quarz einschließend, ist

zwischen Orthoceratiten-Kalk und Zirkon-Syenit gelagert. Niemand hat bis daher Anstand genommen, diesen Porphyr als Glied der Uebergangszeit zu betrachten; niemand hat ihn mit dem Namen Trachyt belegt. Und mitten in diesen Porphyren sieht man nicht einen Gang, sondern ein Lager von Basalt mit Augit. «Der Por-« phyr von Holmstrandt,» sagt Herr von Buch, «wird zu Basalt « durch dieselben unmerklichen Uebergänge, durch die nämlichen all-« mähligen Annäherungen, welche in Auvergne so häufig gefunden « werden. Dieser Basalt ist sehr schwarz, fast feinkörnig, ohne Feld-« spath, aber sehr augitreich. Zuweilen wird er blasig und er ge-« winnt ein rothes schlackenartiges Ansehen, da, wo er den Por-« phyr berührt.» Es würde vielleicht nicht mehr befremden, in diesem blasigen verschlackten, mit Augit erfüllten, Basalt Gneiß-Bruchstücke eingewickelt zu treffen, als solche in den Basalten des Bärensteins unfern Annaberg in Sachsen beobachtet zu haben, oder in den Trachyten des Thales vom Rio Guachicon im südlichen Amerika. Wie ist jenes basaltische, blasige, augitreiche Lager von Holmstrandt entstanden? Ist dasselbe, gleich allen Porphyren, ein, aus der Tiefe durch gangartige Spalten emporgestiegener, Strom? Bietet die Gegenwart einer Masse, die man als Feuer-Erzeugniß betrachtet, zureichende Gründe, um anzunehmen, daß das ganze Gebilde, welchem jene Masse angehört, von den Uebergangs-Formationen abgeschieden und den Trachyten beigezählt werden müsse? Ich bezweifle dieß: die unläugbar vulkanischen Felsarten des Rio Guachicon, Gneiß-Bruchstücke umschließend, sind den Uebergangs-Porphyren geognostisch verbunden, wie, in andern Gegenden der Weltfeste, diese in geognostischem Verbande stehen mit den Porphyren des rothen Sandsteins.

Vorläufig scheide ich alle porphyrartigen Gesteine südwärts eines, aus Glimmerschiefer bestehenden, Berg-Kammes (Alto de los Robles), von jenen, die in Nordwesten desselben auftreten und bei Julumito mit kohlenstoffreichem Kalk überdeckt sind. Dieser letztern Klasse, und folglich dem Uebergangs-Gebilde (§. 21), dem besondern Gegenstande des gegenwärtigen Abschnittes, zähle ich, mit mehr Verlässig-

keit vielleicht, die Porphyre von Voisaco (Andes von Pasto 1° 24' nördlicher Breite) bei, und jene von Ayavaca (Andes von Peru, 4° 38' südlicher Breite). Die Lagerungs-Verhältnisse beider Felsarten sind folgende. Die Porphyre und Trachyte von Popayan, vom Cerro Broncaso, vom Rio Guachicon und vom Rio Putes erscheinen geschieden von jenen der Provinz Pasto durch ein Plateau ursprünglicher Gesteine, das sich von Almaguer erstreckt bis zum Tablon, am Fuße des Paramo von Puruguay. Südlich vom Tablon fangen die Porphyre wieder an: unfern des Indianischen Dorfes Voisaco zeichnen sie sich durch eine polarische Eigenthümlichkeit aus, die selbst in den kleinsten Bruchstücken noch bemerkbar ist. Deutlich sieht man diese Porphyre auf Glimmerschiefer gelagert. Ein grünlichgrauer Teig umschließt zugleich gemeinen und glasigen Feldspath: dieselbe Erscheinung, welche sich häufig in den Uebergangs-Porphyren Mexikos zeigt (§. 23). Einige haarförmige Augit-Krystalle dringen zuweilen ein zwischen die Blätterlagen des glasigen Feldspathes. Ein Fels am Eingange des Dorfes hat im Kleinen Herrn **Bonpland** und mir alle Phänomene des polarisirenden Serpentins von Baireuth (§. 19) gezeigt, den ich 1796 entdeckte.

In der südlichen Erdhälfte, den Andes von Quito über Loxa nach Ayavaca folgend, sieht man wechselsweise Urgesteine und Porphyre zu Tag ausgehen: eine Erscheinung, deren wir bereits oben (§§. 5 und 6) gedacht haben. Fast stets von dieser Masse der Berge emporsteigend, erscheinen die Porphyre, den Augen des Reisenden Gneiß und Glimmerschiefer entziehend. Diesen Porphyren, die anfangs mehr gemeinen als glasigen Feldspath zeigen, folgen Trachyte, und letztere verkündigen ziemlich allgemein, zwei, mit einander in Verband stehende, Phänomene, die Nähe irgend eines noch thätigen Feuerberges und die schnell zunehmende Erhöhung der Kordilleren, deren Gipfel die Grenzen ewigen Schnees (2460 Toisen unter dem Aequator) erreichen, oder übersteigen. Ich füge hinzu, daß die Trachyte unmittelbar den Urfelsarten oder den Uebergangs-Porphyren aufgelagert sind, und daß in diesen glasiger Feldspath, Hornblende und zuweilen Augit in demselben Maaße häufiger werden, als sie den vulkanischen Gesteinen sich

mehr nahe finden. Dieses ist der Typus, welchen die Lagerungs-Phänomene in den Aequinoktial-Regionen von Mexiko und vom südlichen Amerika folgen: ein Typus, den ich zumal erkannt habe, als ich zwischen 1801 und 1803 an Ort und Stelle die Durchschnitte zeichnete.

Die Porphyre des Ayavaca bilden einen Theil dieser allgemeinen Verkettung feldspathiger Gesteine. Auf dem Glimmerschiefer von Loxa, wo die beiden schönsten Fieberrinden-Bäume (Cinchona condaminea) wachsen, welche man bis jetzt kennt, liegen die Porphyre, das ganze Gebiet zwischen den Thälern von Catamayo und von Cutaco erfüllend. Bei Lucarque und Ayavaca (in 1407 Toisen Höhe) sind die Porphyre in Kugeln mit konzentrischen Lagen abgesondert, und Haufwerke dieser Kugeln ruhen (Thal des Rio Cutaco; Höhe der Thalschlucht = 756 Toisen) auf einem Porphyr, der gemeinen Feldspath und Hornblende umschließt, regelrecht geschichtet erscheint und dessen sehr dichte Masse von zahllosen kleinen Feldspath-Gängen durchsetzt wird, ganz auf ähnliche Weise, wie der Uebergangs-Thonschiefer in Europa von Quarzadern durchzogen erscheint. Die barometrischen Messungen, welche ich angestellt, geben den Porphyren von Ayavaca, die ich nicht für Trachyte halte, eine Mächtigkeit von 4800 Fuß. Als der Gruppe §. 21 zugehörig, gedenke ich der gemeinen, porphyrartigen Gesteine nicht, die frei sind von Quarz, sehr wenig Hornblende, aber viel gemeinen milchweißen Feldspath enthalten und aus denen die Andes von Assuay bestehen. Sie liegen auf dem Ur-Glimmerschiefer von Pommalacta, und ich hatte Gelegenheit, dieselben ihrer ungeheuern Mächtigkeit nach zu untersuchen, von 1500 bis 2074 Toisen Höhe über dem Spiegel des Weltmeeres. Meist sind sie geschichtet; aber diese Schichtung, oft sehr regelrecht (N. 45° W.), zeigt sich auch bei vielen eigentlichen Trachyten des Chimborazo und des brennenden Berges von Tunguragua. Bei sorgsamer Untersuchung der verschiedenartigen Beschaffenheit des Feldspathes in den Uebergangs-Porphyren und in den Trachyten der Kordilleren der Andes, habe ich entschiedene Trachyte wahrgenommen, die Feldspath einschließen, der nicht glasig ist, sondern blätterig und

milchweiß. Ich bin geneigt zu glauben, daß der Porphyr des Assuay, eine Berggruppe, bekannt durch den Paß, welchen sie aus Quito nach Cuença bildet, Trachyt sey.

Ich habe die Felsarten geschildert, welche im südlichen Amerika die Gruppe §. 21 zusammensetzen, den Syenit von Baraguan, den Uebergangs-Granit vom Santa-Barbara, die Porphyre von Julumito, die Grünsteine und den schwarzen kohlenstoffreichen Kalk; noch bleiben mir einige Beobachtungen nachzutragen über minder wichtige Glieder jener Gruppe. Die Salzquellen, welche man, umgeben von Syenit, in einer unermeßlichen Höhe bei San Miguel findet, ostwärts von Tulua, in der Kordillere von Baraguan, deuten vielleicht ein geognostisches Verband an, zwischen irgend einem Uebergangsgyps mit Syenit, oder mit dem schwarzen Kalk, ähnlich jenem der Serillos von Popayan. Aber in diesen Gegenden ist die Höhe allein kein Grund um eine Gyps-Formation auszuschließen aus dem Gebiet der Flötz-Gebilde. Auf dem Plateau von Santa-Fe de Bogota, in 1400 Toisen Erhabenheit, habe ich die Steinsalz-Masse von Zipaquira auf einem Kalk ruhen sehen, der ohne Widerrede Glied der Flötzzeit ist. Weit wahrscheinlicher ist, daß der, mit Thon gemengte, Fasergyps von Ticsan (Pueblo viejo im Königthume Quito, 2° 13′ südlicher Breite), dem bekannten Schwefelberg (§§. 11 u. 16) gegenüber gelagert, fern von allem andern Flötz-Gestein, auf Ur-Glimmerschiefer, ein Uebergangs-Gyps sey, ähnlich dem von Bedillac in den Pyrenäen und von Sankt Michel bei Modane in Savoyen.

Die Grünsteine der Gruppe §. 21, welche Syenite von Baraguan zu überdecken scheinen und Porphyre übereinstimmend mit denen von Julumito, treten, nordwärts Popayan, am Fuße des Paramos von Iraka und von Chinche, zumal im östlichen Thale des Beckens von Rio Cauca (Curato de Quina major und Quilichao), in großer Häufigkeit auf. Am letztern Orte haben reiche Goldwäschen zwischen Rollstücken von Grünsteinen (diabase, Brongniart; diorite, Hauy) Statt. Diese Felsart ist bestimmt kein Dolerit: sie ist ein Uebergangs-Grünstein, ähnlich jenem, der als untergeordnetes Lager im kohlen-

stoffreichen Thonschiefer des Fichtelgebirges (§. 22) und im Glimmerschiefer von Caracas (§. 11) sich findet. Der Grünstein von Quina major wird zuweilen sehr schwarz, äußerst gleichartig, klingend, und erscheint in Schichten abgetheilt, wie Hornblendeschiefer. Er ist erfüllt mit Kiesen, zeigt keine Wirkung auf den Magnet und beschlägt sich an der Luft, gleich dem Basalt, mit gelblicher Rinde. Unfern Quilichao (zwischen den Städten Cali und Popayan) nimmt man darin große Hornblende-Krystalle wahr, einzeln zerstreut in der Masse, und gangartige Räume, erfüllt mit Augit von olivengrüner, wenig dunkler Farbe. An Ort und Stelle sah ich diesen Augit für den blättrigen Olivin des Herrn **Freiesleben** an. Die Krystalle finden sich nicht in der Masse, sondern nur an den Wandungen der Spalten, so wie dieß der Fall ist bei den, den Grünstein durchziehenden, Dolerit-Gängen. Dieselbe Felsart zeigt sich, aber ohne Gänge, wie bereits bemerkt, in plattgedrückten Kugeln südwärts von Popayan und vom Alto de los Robles, im Thal der Sequia (zwischen dem Cerro Broncaso und dem Rio Guachicon); sie überdeckt hier die grünen Porphyre des Rio Smita. Die Ueberlagerung des Grünsteins ist daselbst deutlicher, als in Curato de Quina major und in den Goldseiffen von Quilichao. Da die Porphyre im Norden vom Alto de los Robles zum Theil (Julumito) mit schwarzem Uebergangskalk bedeckt sind, und da im Gegentheil diejenigen, welche man südwärts von Los Robles wahrnimmt, dem Trachyte von Rio Guachicon verbunden scheinen, so ist diese gleichmäßige Lagerung des Grünsteins auf beiden Porphyren eine höchst denkwürdige Thatsache. Nach den, auf beiden Kontinenten angestellten, Beobachtungen, finden sich Trachyte und Basalte überlagert mit Dolerit (inniges Gemenge aus Feldspath und Augit), aber keineswegs mit Grünstein (inniges Gemenge aus Feldspath und Hornblende). Folgt daraus nicht, daß Alles, was unterhalb des kugelig abgesonderten Grünsteins von Sequia und Quilichao vorkommt, Uebergangs-Porphyr sey, und nicht Trachyt? Muß man nicht, um der gleichförmigen Auflagerung des Grünsteins willen, die porphyrartigen Gesteine des Rio Smita und des Cerro Broncaso von den trachytischen Porphyren

des Guachicon sondern, namentlich von jenen, die Gneiß-Bruchstücke umschließen? Es spricht eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, daß eine mit Grünstein überlagerte Felsart eher eine Uebergangs-Formation sey, als eine Trachyt-Formation. Aber die Gebilde feuerigen Ursprungs können von sehr hohem Alter seyn. Warum sollte es nicht Trachyt- und Dolerit-Massen geben, den jüngern Uebergangs-Gesteinen eingelagert?

Ja, was noch mehr ist, und ich stelle diese Frage an die erfahrnen Mineralogen, welche sich ausschließlicher mit Untersuchung der oryktognostischen Merkmale der Gebirgs-Gesteine abgegeben haben: Weichen die Grünsteine stets mineralogisch (durch ihren Bestand) so auffallend von den Doleriten ab, als sie davon am häufigsten geognostisch (durch ihre Lagerung) verschieden sind? Die Krystalle, sich ausscheidend aus einem Teige, dem freien Auge sichtbar werdend, kommen, wie nicht zu bezweifeln ist, mit andern Substanzen verbunden, ebenfalls im Ganzen des Teiges selbst vor. Wie die Basalte nicht selten zugleich (in Sachsen, in Böhmen, im Rhön-Gebirge) große Krystalle von Augit und basaltischer Hornblende einschließen, so ist außer Zweifel, daß in die Grundmasse mancher Basalte, neben dem Augit, auch Hornblende sich einmengt. Warum sollten nicht ähnliche Einmengungen auch bei den Grundmassen der Dolerite und der Grünsteine Statt haben können, die (um mich des allgemein angenommenen mythologischen Ausdrucks zu bedienen) theils auf vulkanischem, theils auf neptunischem Wege entstanden seyn sollen? Der Augit-Fels, welcher nach Herrn von Charpentier, in paralleler Schichtung sich findet mit dem Ur-Kalk des Pyrenäen-Gebirges, enthält eingesprengte Hornblende. Man will Augite in den Grünsteinen erkannt haben, die als wahrhafte Lager erscheinen, mitten im Granit des Fränkischen Fichtelgebirges (§. 7). Herr Beudant hat unbezweifelten, Augit führenden, Grünstein (folglich Dolerit) im Uebergangs-Porphyr und Syenit Ungarns (Tepla bei Schemnitz) gesehen, und im Kohlensandstein von Fünfkirchen. Die geschichteten und die rundlich abgesonderten Grünsteine der Umgegend von Popayan gehen weder in Mandelstein über, noch in syenitischen

Porphyr. Es ist eine, ungemein scharf begrenzte, Formation, die hier, wie fast überall in den Kordilleren der Andes (wo sie ziemlich fern erscheint von den thätigen Feuerbergen), ungeheure Thonmassen zu Begleitern hat. Diese Massen erinnern weit mehr an die Thon-Aufhäufungen in den basaltigen Gebilden des Böhmischen Mittelgebirges, als der dem Gyps der Grünsteine (ophites von Palassou) in den Pyrenäen und im Departemente des Landes verbundene Thon: durch sie wird der Uebergang über die Kordilleren, von Popayan nach Quito, während der Regenzeit überaus mühsam.

Die angegebenen Uebereinstimmungen zwischen einigen Porphyren der Gruppe §. 21 und den Trachyten oder anderen vulkanischen Felsarten, finden sich wieder in der Mexikanischen Gruppe §. 23 und selbst in den Norwegischen Porphyren der Gruppe §. 24; im Allgemeinen aber (und mit Ausnahme der Porphyre des Kaukasus) beobachtet man sie fast nicht in den, dem Uebergangs-Thonschiefer und der Grauwacke §. 22 untergeordneten, Porphyren. Und, was noch mehr ist, mitten zwischen den Flötz-Porphyren des rothen Sandsteines gewinnen Mandelsteine und andere eingelagerte Gebirgsarten (Deutschland, Schottland, Ungarn) zuweilen auch das Ansehen von, durch Feuer umgewandelten, Gesteinen. Nach diesen verschiedenartigen Beziehungen des Gelagertseyns und der Zusammensetzung glaube ich nicht, daß man, beim gegenwärtigen Stande des Wissens, sich für berechtigt achten dürfe, das Dasein von Uebergangs-Porphyren in den Kordilleren des südlichen Amerika ganz abzuläugnen, und sämtliche als Syenite, Porphyre oder Grünsteine beschriebene Felsarten für Trachyte zu nehmen. Die Porphyre der Gruppen §§. 21 und 23 zeichnen sich aus, im südlichen Amerika, wie in Mexiko, durch ihr stetes Streben nach regelrechter Schichtung: ein Streben, das, in Europa, auf einem Gebiete von weiter Erstreckung in den Gruppen §§. 22 und 24 nur äusserst sparsam bemerkt wird. Das Regelmäßige der Schichtung ist indessen um Vieles größer bei den Mexikanischen Porphyren, die neuer sind, als der Uebergangs-Thonschiefer, wie in den Porphyren der Andes von Popayan, von Pasto und von Peru, welche unmittelbar ruhen auf Ur-Gestein. Diese letztere

Formation (§. 21) hat mir nicht ein einziges untergeordnetes Lager von Syenit, Grünstein, Kalk oder Mandelstein gezeigt, wie man diese in den Gruppen §§. 22 und 23 trifft.

In Neu-Spanien, zwischen Acapulco und Tehuilotepec, habe ich Uebergangs-Porphyre, die nicht erzführend sind, unmittelbar auf Ur-Granit gelagert gesehen (Alto de los Caxones, Acaguisotla, und mehrere Stellen zwischen Sopilote und Sumpango); aber da weiter nordwärts (unfern Guanaxuato) metallführende Porphyre von ähnlicher Beschaffenheit den Uebergangs-Thonschiefer bedecken, so bleibt, selbst bei dem Verschiedenartigen der Lagerung, unausgemacht, ob die eine oder die andere nicht einem und demselben Gebilde zugehöre, einem Gebilde, neuer als die Gruppe §. 21. Ein Glied δ der geognostischen Reihe kann unmittelbar auf β folgen, da wo γ sich nicht entwickelt hat. So ruht der Jurakalk bei Laufenburg unmittelbar auf Gneiß, weil die Zwischenglieder der Reihe, die anderwärts (zum Beispiel im Neckarthal) zwischen dem Jurakalk und dem Ur-Gebilde gelagerten Felsarten, hier fehlen. In den Britannischen Inseln ruht die Formation von Syenit, Grünstein und Uebergangs-Porphyr (Ben Nevis, Grampians), nach den Beobachtungen des gelehrten Professors **Buckland** und nach jenen der Herren **von Buch** und **Boué**, ebenfalls unmittelbar auf Ur-Felsarten (Glimmerschiefer und Ur-Thonschiefer). Sie scheint folglich der ersten Porphyr-Gruppe anzugehören, deren Geschichtliches ich geschildert habe (§. 21). Die Porphyre von Nord-England, so wie jene von Schottland, sind theils mit Grauwacke überlagert, theils mit der Steinkohlen-Formation; sie zeigen eine feldspathige Basis und sind oft frei von Quarz, wie die Amerikanischen Porphyre. Man hat Granaten darin wahrgenommen. Diese Erscheinung findet sich auch bei den Uebergangs-Porphyren von Zimapan (Mexiko), so wie bei denen, welche den berühmten Berg von Potosi krönen, und die wahrscheinlich gleichfalls der Gruppe §. 23 angehören. Wenn der Mandelstein von Ilefeld, wie Herr **von Raumer** glaubt, dem rothen Sandstein-Gebilde beizuzählen ist, so sind die granatführenden Porphyre des Netzberges am Harze wohl auch neuerer Entstehung, Glieder der Flötzzeit. In Ungarn

trifft man die Granaten zugleich in den Porphyren, oder porphyrartigen Grünsteinen der Gruppe §. 23, und in den Trümmer-Felsarten des trachytischen Gebietes. Daraus folgt, daß die Granaten von den Urfelsarten (Gneiß, Weißstein, Serpentin), durch die Uebergangs-Porphyre hinabreichen bis zu den Trachyten und vulkanischen Basalten, und daß, in den von einander am weitesten entlegenen Erdstrichen, gewisse Porphyre sehr vielartige Beziehungen zu den Trachyten verrathen. Ich weiß nicht, ob der Titanite führende Syenit von Keilendorf in Schlesien, welcher unmittelbar auf Gneiß ruht und in kleinkörnigen, Hornblende freien, Uebergangs-Granit sich verlauft, der alten Formation der Gruppe §. 21 angehört, oder ob derselbe ein Stück der Formation §. 23 ist, das zufällig auf Urfelsarten gelagert erscheint. Nichts ist schwieriger, als mit Verlässigkeit auszumitteln, ob einige Zwischenglieder in der Felsarten-Reihe als unterdrückt gelten müssen, oder ob die beobachtete unmittelbare Berührung jene ist, die man überall auf der Erdoberfläche finden würde, bei Vergleichung des relativen Alters, oder der Lagerungs-Beziehungen derselben Gebiete.

III. Uebergangs-Thonschiefer, Grauwacken, Grünsteine, schwarze Kalke, Syenite und Porphyre.

§. 22. Dieß ist die große Thonschiefer-Formation, welche die westlichen Pyrenäen, die Schweizer-Alpen zwischen Ilantz und Glaris, und das nördliche Deutschland vom Harz bis nach Belgien und in die Ardennen durchzieht, und in welcher Grauwacken und Kalke herrschen; es sind die Uebergangs-Thonschiefer und Gneisse des Cotentin, der Bretagne und des Kaukasus; es sind die Schiefer-Gesteine, in Norwegen unterhalb der Porphyre und Zirkon-Syenite gelagert, das heißt zwischen den Porphyren und Ur-Felsarten; es sind die grünen Thonschiefer mit schwarzem Kalk, mit Serpentin und Grünstein, von Malpasso in den Kordilleren von Venezuela, und die Thonschiefer nebst den Syeniten von Guanaxuato in Mexiko. Wir haben bereits der Lagerungs-Verhältnisse dieser Gebirgs-Gesteine in den verschiedenen

namhaft gemachten Landen gedacht; jetzt handelt es sich noch darum, dieselben in ihrer Gesammtheit zu betrachten und die Ergebnisse der Geognosie zu scheiden von den rein örtlichen Nachrichten, geboten durch die mineralogische Geographie. Die Gruppe §. 22 ruht, wie die beiden vorhergehenden Gruppen, unmittelbar auf dem Ur-Gebilde: sie unterscheidet sich von der ersten (§. 20) durch die fast allgemeine Abwesenheit der talkigen, körnigen Kalke; von der zweiten (§. 21) durch die Häufigkeit der Thonschiefer und Grauwacken. Die folgenden Formationen, innig unter sich verbunden, gehören dieser Gruppe (§. 22) an; sie ist eine der am besten bekannten und am längsten erforschten.

Thonschiefer, mit Lagern von dichtem Quarz, von Grauwacke, von schwarzem Kalk, von Kieselschiefer, von kohlenstoffhaltigem Alaunschiefer, von Porphyr, von Grünstein, von kleinkörnigem Granit, von Syenit und Serpentin.

Grauwacke (und quarziger Sandstein).

Schwarzer Kalk.

Diese Felsarten treten theils einzeln auf, theils erscheinen sie in gegenseitigem Wechsel, theils bilden sie untergeordnete Lager.

Ich habe im Vorhergehenden (§. 15) die Kennzeichen entwickelt, durch welche ziemlich allgemein der Ur-Thonschiefer abgeschieden ist vom Uebergangs-Thonschiefer. Ich habe bemerklich gemacht, daß die vom mineralischen Bestande der Gebirgs-Gesteine entlehnten Kennzeichen nicht den unbedingten Werth besitzen, den man mitunter geglaubt ihnen beilegen zu dürfen, und daß, um sie folgenreich anzuwenden, stets das Lagerungs-Verhältniß noch beobachtet werden muß, so wie das Vorhandenseyn oder die Abwesenheit untergeordneter Lager von Trümmer-Gesteinen (Grauwacken, Konglomerate), endlich die Reste aus der Thier- und Pflanzenwelt, welche den Urgebieten gänzlich fehlen und die erst im Uebergangs-Gebiete sich einzufinden anfangen. Die Thonschiefer der Uebergangszeit zeichnen sich aus durch ihr Vielartiges, durch ein stetes Streben Bestand und Ansehen zu ändern; durch die Menge untergeordneter Lager; durch ihre häufigen, bald plötzlichen, bald unmerklichen und

langsamen Uebergänge in Alaunschiefer, in Kieselschiefer, in Grünstein, oder in porphyrartige und syenitische Gebirgs-Gesteine. Allerdings zeigen sich Aenderungen, Umwandelungen der Art, Folgen innerlicher Entwickelung auch bei einigen Ur-Felsarten. Herr von Charpentier hat beobachtet, daß die Granit-Gneisse der Pyrenäen — welche fast stets etwas, der Masse eingesprengte, Hornblende einschliessen, ohne darum eigentliche Syenite zu seyn, die für Urgebirgsarten, aber nicht für die ältesten gelten — in großer Häufigkeit fremdartige Läger einschliessen, zum Beispiel Lager von Glimmerschiefer, von Grünstein und von körnigem Kalk. In denselben Gebirgsketten führt der Ur-Glimmerschiefer Chiastolith, eine Substanz, welche außerdem dem Uebergangs-Thonschiefer mehr eigen zu seyn pflegt. Die Schweizer-Alpen, zumal am Paß des Splügen, so schön beschrieben durch Herrn von Buch, zeigen einen Glimmerschiefer der Urzeit, der unmerklich in Porphyr übergeht, dessen Feldstein-Grundmasse Krystalle von blättrigem Feldspath und von Quarz aufnimmt. Indessen sind solche Aenderungen im Allgemeinen minder häufig bei primitiven Formationen, als bei denen der Uebergangs-Frist.

So innig auch die Verbindung ist, welche man zwischen den Felsarten wahrnimmt, die eine und dieselbe Gruppe zusammensetzen, oder zwischen den verschiedenen Gruppen des Uebergangs-Gebildes: so erkennt man dennoch, in verschiedenen Gegenden der Erde, einen gewissen Unabhängigkeits-Grad, nicht bloß zwischen den sechs Gruppen oder Hauptgliedern in der Reihe der Uebergangs-Gesteine (zum Beispiel, zwischen den Thonschiefern mit Grauwacken und den Porphyren und Syeniten), sondern auch zwischen den besondern Gliedern jeder Gruppe, jeder Verbindung von Uebergangs-Felsarten. Daraus folgt, daß, um die Züge, die geologische Konstitution eines Landes bezeichnend, richtig zu erfassen, man diese Beziehungen einzeln erforschen müsse (z. B. jene der Grauwacken, der Thonschiefer und der Kalke, welche die Gruppe §. 22 einschließt); ferner, daß man für die verschiedenen Gebilde, oder für die einzelnen Glieder jeder Verbindung, die Grade des Abhängigseyns oder der Selbstständigkeit zu bestimmen habe, welche sie unter sich zu erhalten wissen.

Wir sehen sie entweder im periodischen Wechsel, oder einander umschließend und sich gegenseitig (durch ungleiche Zunahme an Umfang) zu bloßen untergeordneten Lagern zurückdrängend, oder endlich sich wechselweise überdeckend, wie dieß der Fall seyn würde bei Primitiv-Gesteinen von verschiedener Formation.

Es trägt sich in der That zu, daß die einzelnen Glieder einer und derselben Gruppe, α, β, γ, einander mit gewisser Regelmäßigkeit folgen und in periodischer Reihe, $\alpha. \beta. \gamma. \alpha. \beta. \gamma. . . .$ In andern Fällen gewinnt α eine so mächtige Entwickelung, daß β und γ sich darin nur als einfache Lager umschlossen finden; dann erscheinen auch wieder α, β, γ, einander nur gegenseitig aufgelagert, ohne periodische Wiederholung. Dieser letztere Fall schließt keineswegs die Möglichkeit aus, daß das Gestein β, ehe dasselbe auf α folgt, nicht zuerst darin als untergeordnetes Lager auftrete. In einer und derselben Gruppe können alle Erscheinungen Statt haben, welche bei nicht zusammengesetzten Gliedern der Urfelsarten-Reihe beobachtet werden. Man kann sagen, wie dieß auch bereits im Vorhergehenden bemerkt worden, daß eine Formation von schwarzem Kalk, große Bergmassen zusammensetzend und gelagert auf ebenfalls sehr mächtigen Massen von Uebergangs-Thonschiefer, sich durch, dem Thonschiefer eingeschichtete, Lager von schwarzem Kalk zum voraus verkündigt. Wenn β und γ untergeordnete Lager in α bilden, so können diese Lager so häufig wiederholt seyn, daß sie, bei weit gedehnter Erstreckung der Gebiete, das Ansehen wechselnder Felsarten gewinnen. So sieht man den Uebergangs-Thonschiefer, der zuerst Grauwacke und schwarzen Kalk umschließt, dann mit beiden wechselt (Schlucht Aston im Pyrenäen-Gebirge, Maxen in Sachsen), zuletzt, und mit mächtigem Zunehmen seiner Masse, aufgelagert auf jenen wechselnden Gesteinen, auf den untergeordneten Lagern. Uebrigens verhält es sich mit dem Regelrechten des Typus in den partiellen Formationen jeder Gruppe, wie mit dem Streichen der Schichten oder mit dem Winkel, welchen diese Schichten mit dem Meridian machen. Für den ersten Blick erscheint Alles regellos, im Widerspruche; die sorgsamere Untersuchung eines größern Landstriches aber führt erst zur Erkennt-

niß gewisser Lagerungs = oder Schichtungs = Gesetze. Wenn der Typus, den man in der Folge partieller Formationen auffindet, zu wechseln scheint nach der Oberfläche, so beruht dieß darauf, daß die Entwickelung solcher kleinen Formationen nicht überall dieselbe gewesen. Zuweilen (wie zum Beispiel im Kaukasus) haben sich Porphyr, Kalk, Uebergangs = Syenit und Granit zugleich mitten im Uebergangs = Thonschiefer entwickelt; an andern Orten findet man darin weder Porphyr (Cotentin, Schweizer = Alpen), noch Grauwacke (Kette des Küstenlandes von Venezuela), noch Granit oder Syenit der Uebergangszeit (Pyrenäen). Die Verbindung des Uebergangs = Thonschiefers und des schwarzen, dichten Kalksteins ist fast so beständig, als jene des weißen körnigen Kalkes und des Glimmerschiefers im Gebiete der Urfrist. Indessen trifft man auch Uebergangskalk, der, weder dem Thonschiefer, noch der Grauwacke verbunden, den Thonschiefer geognostisch zu vertreten scheint; aber auf beiden Erdhälften ist mir keine einzige Stelle bekannt, wo, bei einigermaßen beträchtlicher Erstreckung, der Uebergangs = Thonschiefer nicht dem Kalke verbunden wäre.

Wir haben so eben bemerkt, daß in einigen Gegenden der Erdfeste (Kaukasus und Halbinsel des Cotentin) der Uebergangs = Thonschiefer theils Porphyre einschließt, theils Syenite oder Granite; an andern Orten (Norwegen und Sachsen, zwischen Friedrichswalde, Maxen und Dohna) finden sich jene drei Felsarten, nachdem sie, als dem Thonschiefer untergeordnete Lager, gleichsam sich voraus angekündigt, diesen überdeckend, theils einzeln mächtige Massen ausmachend, theils wechselnd unter einander. Nur in solchen Fällen der Vereinzelung oder des Wechsels scheint ein selbstständiges Porphyr = Gebilde (Mexiko), oder ein selbstständiges Porphyr = und Syenit = Gebilde (Norwegen), über das Gebiet der Uebergangs = Thonschiefer hinaus zu reichen. Die nämliche Vereinzelung (wenn nicht die nämliche Selbstständigkeit) beobachtet man zuweilen beim Uebergangskalk und, wiewohl auf weniger ausgesprochene Weise, bei der Grauwacke.

Der Syenit und der Granit sind im Uebergangs = Gebiete mehr den

Porphyren verbunden, als dem Glimmerschiefer und dem Gneisse: man trifft in diesem Gebiete Syenite ohne Granit; weit seltener aber werden Syenite und Granite ohne Porphyr gefunden. Wenn die einzelnen Glieder einer Gruppe, α, β, γ, in periodischer Reihe wechseln, und folglich weder gegenseitig einander als untergeordnete Lager einschließen, noch als bestimmte Felsarten oder Formationen aufgelagert erscheinen, so ist es schwierig zu entscheiden, ob β und γ einer jüngern Formation zugehören, als α: indessen selbst in dem Falle einer Entstehung, welche man gleichzeitig nennt, läßt die aufmerksame Untersuchung der Gebiete eine gewisse überwiegende Gewalt der Formation erkennen. Im Allgemeinen sind die Grauwacke und der Uebergangs-Thonschiefer älter als die schwarzen Kalke, oder — um diesen Ausspruch auf eine höchst genaue Beobachtung des Herrn von Charpentier zu stützen — im Allgemeinen sieht man, „daß, ungeachtet des Wechsels in demjenigen Theil des Uebergangs-Gebildes, der dem Urgebiet am nächsten sich befindet, Grauwacke „ und Thonschiefer in großen Massen herrschen und der Kalk ihnen „ untergeordnet ist; während in der neuern Hälfte des Uebergangs-„ Gebildes, im Gegentheil, der Kalk als vorwaltendes Gestein auf-„ tritt und der Thonschiefer nur dem Kalk in mehr oder minder mächtigen Lagern untergeordnet erscheint."

Nach dieser Entwickelung der Alters- und Lagerungs-Beziehungen der Felsarten, eine und dieselbe Gruppe zusammensetzend, möge eine genauere Bezeichnung der verschiedenen besondern Formationen folgen.

Thonschiefer, schwärzlichblau und kohlenstoffhaltig, oder grünlich, fett und von Seidenglanz, bald erdig und von sehr dicken Blättern, bald mehr vollkommen blätterig. In seinen Schichten vom höchsten Alter, in jenen, welche in Uebergangs-Glimmerschiefer sich verlaufen, ist er wellenförmig und zeigt nur sehr innig einander verbundene, große Glimmerblätter. In den jüngern Schichten, da, wo er der Grauwacke näher liegt, umschließt er einzelne kleine Glimmerblättchen, häufig auch Chiastolith, Epidot und Quarz-Schnüren. Der Uebergangs-Thonschiefer, bezeichnet durch sein

außerordentlich Veränderliches, das heißt durch sein stetes Streben in Bestand und Ansehen zu wechseln, schließt eine große Zahl von Lagern ein, wovon einige, durch öftere Wiederholung, den Schein von Felsarten gewinnen, mit dem Thonschiefer wechselnd. Die gewöhnlichsten Erfolge solch innerlicher Entwickelung sind eingelagerte Schichten von Grauwacke und von Grauwackenschiefer; von Kalk, meist dicht und schwarz, oder schwärzlichgrau, zuweilen röthlich (Bräunsdorf), selbst auch körnig und weiß (Miltitz in Sachsen), wie in der Gruppe §. 20; von Grünstein; von Porphyr (Kaukasus, Sachsen, bei Friedrichswalde und Seidwitzgrund); von Alaunschiefer; von dichtem Quarz (Quarzite, Quarzfels von Hausmann), theils mit kleinen Feldspath-Krystallen (Kemielf in Finnland); von Lydischem Stein und von Kieselschiefer. Die beiden letzten Gesteine finden sich mitunter zugleich im Thonschiefer, in der Grauwacke, im Kalk und als Jaspis im Porphyr; ihr Daseyn zeugt für die geognostische Verwandschaft der verschiedenen Uebergangs-Felsarten. Der Thonschiefer (§. 22) umschließt minder häufig: untergeordnete Lager von Gneiß (Lockwitzgrund und Neu-Tannenberg); von Glimmerschiefer und Granit (Krotte in Sachsen; Fürstenstein in Schlesien; Honfleur in Normandie; Monthermé in den Ardennen); von Granit und Syenit (Kaukasus, Cotentin, Calixelf in Norwegen); von schwarzer Kreide, argile schisteuse graphique (Thal Castillon in den Pyrenäen; Ludwigstadt in Franken); von Wetzschiefer; von Serpentin (Bochetta unfern Genua; Lovezara und zwei andere Stellen, mehr nordwärts, gegen Voltaggio: sieh §. 19); von Feldstein (Thal Arran in den Pyrenäen, Poullaouen in Bretagne), bald rein, schwärzlich, grünlichgrau oder olivengrün, bald (Pyrenäen, Harz und östliche Hälfte Ober-Aegyptens) untermengt mit Krystallen blättrigen Feldspaths, auch mit Krystallen von Hornblende, Turmalin und Quarz. Ist der Feldstein nur mit Hornblende gemengt, so bildet er den Grünsteinschiefer Werner's, der mit Uebergangs-Thonschiefer wechselt (Ulleaborg in Schweden) und auch im Urgebirge sich wieder findet. Obgleich, wie ich in meiner

im Jahr 1790 herausgegebenen Abhandlung über den βασανίτης und λίθος Ἡρακλεία darzuthun bemüht gewesen, die größere Hälfte der Basalte der Alten syenitischen Uebergangs-Gesteinen angehört, oder Lagern von Grünstein von Ur-Felsarten umschlossen: so hat dennoch die Untersuchung der Aegyptischen Statuen, aufbewahrt zu Rom, Neapel, London und Paris, in mir den Gedanken angeregt, daß viele schwarze und grüne Basalte unserer Alterthumsforscher nichts als Feldstein-Massen sind aus dem Uebergangs-Gebiete, schwarz oder grün gefärbt durch Hornblende, Chlorit, Kohlenstoff, oder durch metallische Oxyde. Nur eine chemische Zerlegung solcher ungemengten alten Massen wird jene Frage aus dem Gebiete der mineralogischen Alterthumskunde zu lösen vermögen. Herr Beudant hat im Uebergangs-Gebilde Ungarns porphyrartige Grünsteine sich umwandeln sehen zu einem scheinbar gleichartigen Teige von grüner oder schwarzer Farbe. Dieser Teig war nichts als Feldstein gefärbt durch Hornblende.

Ich habe bereits bemerkbar gemacht, daß der Uebergangs-Thonschiefer bei weitem größere Massen zusammensetzt, als der Ur-Thonschiefer. Der letztere erscheint in der Regel dem Glimmerschiefer untergeordnet; als selbstständige Formation ist er eben so selten in den Pyrenäen und Alpen, als in den Kordilleren. Selbst im südlichen Amerika, zwischen den Parallelen von 10° N. u. 7° S. habe ich den Uebergangs-Thonschiefer nur auf dem Süd-Abhange der Kette des Küstenlandes von Venezuela beobachtet, am Anfange der Llanos von Calabozo. Dieß Becken der Llanos, Boden eines alten Sees, überdeckt mit Flötz-Formationen (rother Sandstein, Zechstein und thoniger Gyps), ist begrenzt durch Uebergangs-Felsarten, Thonschiefer, schwarzer Kalk und Euphotid, die mit Uebergangs-Grünsteinen verbunden sind. Auf Gneiß und Glimmerschiefer, welche zwischen den Thälern von Aragua und Villa de Cura nur eine einzige Formation zusammensetzen, ruhen, gleichförmig darauf gelagert, in den Schluchten von Malpasso und von Piedras Azules, Thonschiefer (Streichen N. 52° O; Fallen 70° in N. W.), deren untere Schichten grün sind, talkhaltig und gemengt mit Hornblende: die obern zeigen eine perl-

graue schwärzlichblaue Färbung. Diese Thonschiefer umschliessen (wie jene von Steben in Franken, aus dem Herzogthume Nassau und von der Peschels-Mühle in Sachsen) Grünsteinlager, theils massig, theils kugelig abgesondert.

In Neu-Spanien setzt der berühmte Gang von Guanaxuato, der, von 1786 bis 1803, ein Jahr in das andere gerechnet, 556,000 Mark Silber geliefert, gleichfalls in einem Uebergangs-Thonschiefer auf. Dieses Gestein geht in seinen untern Schichten, in der Grube von Valenziana (in 932 Toisen Höhe über dem Meeres-Spiegel), in talkigen Schiefer über; es ist von mir, in dem Essai politique, als auf der Grenze gelagert zwischen Ur- und Uebergangs-Gebilden, beschrieben worden. Eine sorgsamere Untersuchung der von mir, an Ort und Stelle aufgezeichneten, Lagerungs-Beziehungen; die Vergleichung der, beim Graben des tiro general durchsenkten, Syenit- und Serpentin-Lagen, mit den in Sachsen, bei Bochetta unfern Genua und in Cotentin im Uebergangs-Gebiet eingeschlossenen Lagern, haben mir in neuester Zeit die Gewißheit geboten, daß der Thonschiefer von Guanaxuato den ältesten Uebergangs-Formationen angehört. Ob seine Schichtung parallel und gleichförmig ist mit jener der Granit-Gneiße von Zacatecas und von Peñon blanco, der wahrscheinlichen Unterlage jenes Thonschiefers, möge unentschieden bleiben; denn die Berührung beider Formationen ist nicht beobachtet worden: allein auf dem großen Mexikanischen Plateau folgen fast alle porphyrartigen Gesteine dem allgemeinen Streichen der Kette (N. 40° — 50° W.). Diese vollkommene Gleichförmigkeit der Lagerung zeigt sich auch zwischen dem Ur-Gneiß und dem Uebergangs-Thonschiefer Sachsens (Friedrichswalde; Thäler der Müglitz, Seidewitz und Lockwitz): aus ihr geht der Beweis hervor, daß die Bildung der Uebergangs-Gesteine jener der neuesten Ur-Felsarten unmittelbar gefolgt ist. In den Pyrenäen, wie dieß Herr von Charpentier bemerkt, findet sich das erste der genannten beiden Gebilde in abweichender (nicht paralleler), zuweilen selbst in übergreifender Lagerung mit dem zweiten. Ich will bei dieser Gelegenheit erinnern, daß der Parallelism zwischen der Schichtung zweier auf

einander folgenden Formationen, oder die Abwesenheit dieses Parallelisms, nicht allein die Frage zu entscheiden vermag, ob jene beiden Formationen in einem und demselben Ur- oder Flötz-Gebiet vereinigt werden müssen, oder nicht: es ist vielmehr die Gesammtheit geognostischer Beziehungen, welche solche Aufgaben genüglich lösen hilft. Der Thonschiefer von Guanaxuato ist sehr regelrecht geschichtet (Streichen N. 46° W.; Fallen 45° S. W.), und die Gestaltung der Thäler hat durchaus keinen Einfluß geübt auf das Streichen und Fallen der Schichten. Man unterscheidet daselbst drei Abänderungen, welche als drei Formations-Epochen bezeichnet werden könnten: ein silberglänzender, talkiger Thonschiefer in Talkschiefer übergehend; ein grünlicher, seidenglänzender Thonschiefer, dem Chloritschiefer ähnlich; endlich ein schwarzer Thonschiefer, sehr dünnblätterig, überreich an Kohlenstoff, die Finger beschmutzend wie der Zeichenschiefer und der mergeliche Schiefer des Zechsteines, aber nicht brausend mit Säuren. Die Reihenfolge, in welcher ich jene aufgeführt habe, ist dieselbe in der sie aus der Tiefe nach oben durch mich beobachtet worden in der Grube von Valenziana, die 263 Toisen senkrechte Tiefe mißt; aber in den Gruben von Mellado, von Animas und von Rayas findet sich der kohlenstoffreiche Thonschiefer (hoja de libro) unter der grünen, talkigen Abänderung, und es ist wahrscheinlich, daß Schichten, in Talkschiefer übergehend, in Chloritschiefer und in Alaunschiefer, zu mehreren Malen mit einander wechseln.

Die Mächtigkeit dieser Uebergangs-Thonschiefer-Formation, welche ich am Berge Santa-Rosa unfern Los Joares, wo die Indianer Eis in kleinen, durch Menschenhände gegrabenen, Bassins sammeln, wieder gefunden habe, beträgt mehr als 3000 Fuß. Sie umschließt, als untergeordnete Lager, nicht nur Syenit (wie die Uebergangs-Thonschiefer des Cotentin), sondern auch, was sehr bemerkenswerth ist, Serpentin und Hornblendeschiefer, der kein Grünstein ist. Man hat, bei dem im Hangenden des Ganges und im ganzen Gestein abgeteuften großen Förder-Schacht von Valenziana (der mehr als sieben Millionen Franken gekostet), von

oben nach abwärts, auf vierundneunzig Toisen Tiefe folgende Schichten getroffen: altes Trümmer-Gestein, den rothen Sandstein vertretend; schwarzen Uebergangs-Thonschiefer, sehr kohlenstoffreich, äusserst dünnblätterig; blaulichgrauen Thonschiefer, talkhaltig; Hornblendeschiefer, schwärzlichgrün, mit etwas Quarz und wenigen Kiesen gemengt, ohne Feldspath, nicht in Grünstein übergehend, durchaus ähnlich dem Hornblendeschiefer, der Lager in Gneiß und in Ur-Glimmerschiefer (§§. 5 und 11) zusammensetzt; Serpentin, lauchgrün ins Olivengrüne übergehend, Bruch uneben, feinkörnig, innen matt, aber glänzend auf den Spaltungs-Flächen, reich an Kiesen, ohne Granaten und Schillerspath, gemengt mit Talk und Speckstein; Hornblendeschiefer; Syenit, körniges Gemenge aus vieler schwärzlichgrüner Hornblende, vielem gelblichem Quarz und wenigem blätterigen weißen Feldspath. Dieser Syenit ist sehr dünn geschichtet; Quarz und Feldspath zeigen sich darin so regellos zertheilt, daß sie mitunter kleine Gänge mitten im Hornblendeteig zusammensetzen. Von diesen untergeordneten Lagern, deren Streichen und Fallen genau dem des Gebirgs-Gesteins selbst parallel, ist der Syenit das mächtigste. Das von ihm gebildete Lager mißt über 30 Toisen, und da ich im Tiefsten der Grube (planes de San Bernardo), 170 Toisen unter dem Syenit-Lager, einen kohlenstoffhaltigen Thonschiefer gefunden, ähnlich dem, durch welchen hindurch man den neuern Schacht abgeteuft, so leidet es keinen Zweifel, daß der zu zweien Malen mit dem Serpentin wechselnde Hornblendeschiefer, und der mit Syenit wahrscheinlich wechselnde Serpentin, untergeordnete Läger zusammensetzen in der großen Thonschiefermasse von Guanaxuato. Die Verbindung zwischen Hornblende-Gesteinen und Serpentin, welche wir so eben bezeichnet, findet sich auch in andern Erd-Gegenden wieder, in den Euphotid-Formationen von verschiedenem Alter: zum Beispiel am Heidelberg unfern Zelle in Franken (§ 19); zu Kielwig an der äussersten Grenze von Norwegen; zu Portsoy in Schottland, und auf der Insel Cuba, zwischen Regla und Guanavacoa.

Ich habe weder Ueberbleibsel organischer Wesen, noch Lagen von Porphyr, von Grauwacke, oder von Lydischem Stein in dem Uebergangs-Thonschiefer von Guanaxuato gefunden, der das silberreichste Gestein ist, welches man kennt: aber dieser Thonschiefer zeigt sich an einigen Stellen in ungleichförmiger Lagerung, überdeckt mit sehr regelvoll geschichteten Uebergangs-Porphyren (los Alamos de la Sierra); an andern Orten überlagern ihn Grünstein und Syenit, zu tausend Malen mit einander wechselnd (zwischen Esperanza und Comangillas); an noch andern ruht ein Trümmer-Gestein von blaulichgrauem, etwas thonigem und kleinkörnigem Uebergangs-Kalk auf ihm (Schlucht von Acabuca), oder von rothem Sandstein (Marfil). Diese Beziehungen des Thonschiefers von Guanaxuato zu den Felsarten, welchen er zur Unterlage dient, und wovon einige (die Syenite) sich vorher verkündigen als untergeordnete Lager, reichen hin, um denselben den Uebergangs-Formationen beizugesellen; sie rechtfertigen ein solches Verfahren, zumal in den Augen derjenigen Geognosten, welche mit den neuerdings in Betreff der Europäischen Uebergangs-Gebiete kundgewordenen Beobachtungen sich vertraut gemacht. Was den Lydischen Stein angeht, so ist ausser Zweifel, daß der Thonschiefer von Guanaxuato denselben an einigen, durch den Bergbau noch nicht aufgeschlossenen, Stellen enthalte; denn ich habe dieses Mineral häufiger in großen Bruchstücken umschlossen gefunden von altem Konglomerat (rother Sandstein), das den Thonschiefer zwischen Valenziana, Marfil und Cuevas überlagert. Zehn Meilen südwärts von Cuevas, zwischen Queretaro und la Cuesta de la Noria, in der Mitte des Mexikanischen Plateaus, sieht man unter dem Porphyr einen (Uebergangs-) Thonschiefer hervortreten, schwärzlichgrau, zugleich in Kieselschiefer und in Lydischen Stein übergehend. Ganz nahe bei Noria trifft man viele Bruchstücke von Lydischem Stein zerstreut auf den Feldern. Die silberführenden Gänge von Zacatecas und ein kleiner Theil der Gänge von Catorce durchsetzen auch, nach dem Bericht zweier einsichtsvollen Forscher, der Herren Sonneschmidt und Valencia, einen Uebergangs-Thonschiefer, der wahrhafte Lager von Lydischem Stein einschließt

und auf Syenit zu ruhen scheint. Dieses Ueberlagerungs-Verhältniß würde, nach dem, was beim Durchsinken der Schichten im großen Schacht von Valenziana ausgemittelt worden, den Beweis bieten, daß die Mexikanischen Thonschiefer (wie im Kaukasus und im Cotentin) eine einzige Formation mit den Syeniten und den Uebergangs-Euphotiden ausmachen, und daß sie vielleicht mit denselben wechselnd erscheinen.

Graumacke. Diese seltsame Benennung, im Brauch unter den Deutschen und Englischen Geognosten, ist beibehalten worden, wie der Name Thonschiefer, um jede, der Lehre von den Formationen so nachtheilige, Sprach-Verwirrung zu vermeiden. Sie bezeichnet, im mehr umfassenden Sinn genommen, jedes Konglomerat, jeden Sandstein, jede Breccie, jede Trümmer-Felsart des Uebergangs-Gebietes, das heißt von älterer Entstehung als rother Sandstein und Steinkohlen. Der alte rothe Sandstein (old red sandstone von Herefordshire) des Herrn Buckland, unter dem Uebergangskalk von Derbyshire (mountain limestone) gelagert, ist, wie jener treffliche Gebirgsforscher in seiner Abhandlung über die Struktur der Alpen sehr richtig angegeben, ein Sandstein des Uebergangs-Gebietes. Das neue rothe Konglomerat (new red conglomerate von Exeter) ist der rothe Sandstein Französischer Mineralogen, oder das Todtliegende Deutscher Geognosten; es ist der älteste Sandstein des Flötz-Gebietes, das heißt der Sandstein des Steinkohlen-Gebildes, welcher dem Flötz-Porphyr sich innig verbunden zeigt, der daher auch den Namen rother Porphyr erhalten. Nimmt man den Ausdruck Grauwacke (traumate des Herrn d'Aubuisson, psammite ancien und mimophyre quarzeux des Herrn Brongniart) in mehr beschränkter Beziehung, so wird er angewendet auf sandsteinartige Gesteine des Uebergangs-Gebildes, welche nur kleine, mehr oder weniger abgerundete Bruchstücke einfacher Mineralien einschliessen, zum Beispiel, Quarz, Lydischen Stein, Feldspath und Thonschiefer, aber keine Fragmente gemengter Felsarten. Man schließt in solchem Falle von den Grauwacken aus und beschränkt den Namen Konglomerate oder Urfels-Trüm-

mer-Gesteine (§. 20), auf die verschiedenartigen Verbindungen von Granit-, Gneiß- und Syenit-Bruchstücken: eben so sondert man die Kalk-Trümmer-Gesteine, in welchen abgerundete Bruchstücke kohlensauren Kalkes durch einen Teig von gleicher Natur verkittet sind. Alle diese Unterscheidungen (mit Ausnahme gewisser Kalk-Breccien, in welchen Verbundenes mit dem Verbindenden mitunter wohl von gleichzeitigem Ursprung seyn könnte) sind von keiner hohen Bedeutung für das Studium der Formationen. Die großkörnige Grauwacke geht allmählig über in das Trümmer-Gestein von großen Bruchstücken; sie wechselt in einer und derselben Gegend, nicht nur mit Lagern von kleinkörnigen Grauwacken, sondern auch mit andern Lagen von fast gleichartiger Grundmasse. Die Breccien und Trümmer-Gesteine mit großen Bruchstücken von Ur-Felsarten (Ur-Felsarten von Valorsine in Savoyen und von Salvan im untern Wallis) sind wahre Grauwacken: es sind die ältesten Lagen dieser Formation; Lagen, in welchen die mehr bestimmt umgrenzten Bruchstücke nicht mit dem Teige der Masse verschmolzen sind, und deren schieferiges Bindemittel mit gewundenen Blättern dem Glimmerschiefer ähnelt, während das Bindemittel der neuern Grauwacken des Harzes, des Herzogthums Nassau und Mexikos dem Thonschiefer ähnelt. Im Allgemeinen haben die Grauwacken oder Trümmer-Gesteine der Gruppe §. 20 Bruchstücke älterer Felsarten von größerem und mehr ungleichem Umfang aufzuweisen, als die Grauwacken der Gruppe §. 22.

Vergleicht man diese mit dem Uebergangskalk, so findet man sie am häufigsten ältern Ursprungs; zuweilen vertreten sie selbst den Uebergangs-Thonschiefer. Das Eherseyn der Grauwacke im Vergleich zum Kalk thut sich in den Pyrenäen dar und in Ungarn. Es scheint, daß im letztern Lande dem Uebergangs-Thonschiefer keine große Entwickelung vergönnt gewesen; denn weit entfernt, hier eine selbstständige Formation auszumachen, ist es im Gegentheil der Grauwackenschiefer mit kleinen verbundenen Glimmer-Blättchen, der sich alle Kennzeichen eines wahrhaften Uebergangs-Schiefers zueignet. Auch in England ist die große vereinzelte Masse

von Kalkbergen (Grafschaften von Derby, von Glocester und von Sommerset) jüngern Alters, als die mächtige Grauwacken-Bildung, welche mit einigen Kalk-Schichten wechselnd erscheint. Untersucht man aber mit mehr Ausführlichkeit die Stellen, wo die verschiedenen Glieder der Gruppe §. 22 eine ausserordentliche Entwickelung genommen, so erkennt man zwei große Kalk-Formationen (transition-limestone von Longhope, und mountain-limestone von Derbyshire und South-Wales), wechselnd mit zwei Grauwacken-Formationen (greywacke von May Hill und old red sandstone von Mitchel-Dean in Herefordshire). Diese Lagerungs-Ordnung, diese doppelte Scheidung kalkiger und sandsteinartiger Massen findet sich in mehreren Gegenden der Erde wiederholt. Her Beudant hat in Ungarn den alten rothen Sandstein Englands im quarzigen Uebergangs-Sandstein von Neusohl wieder erkannt, der über großkörnige Grauwacken hinaussteigt, nachdem er darin eingelagert gewesen: er glaubt den mountain-limestone wieder zu erkennen, der seine Stelle zwischen dem alten rothen Sandstein und dem Kohlengebilde Englands im Uebergangs-Kalk von Tatra einnimmt. Wenn das Oldenhorn und die Diablerets, wie dieß sehr wahrscheinlich ist, dem Uebergangs-Gebiet zugehören, so giebt es auch in der Schweiz, oberhalb und unterhalb der Dent de Chamossaire, zwei große Formationen schwarzen Kalks, welche Herr von Buch seit langer Zeit mit dem Namen des ersten und zweiten Uebergangskalkes bezeichnet hat. In Norwegen (Christianiafiord) ist die Grauwacke entschieden weit neuer als der Uebergangs-Thonschiefer und der Orthoceratitenkalk.

Im Mittelpunkte Europas zeigt die sehr kleinkörnige Grauwacke zuweilen Bruchstücke von Krystallen blätterigen Feldspathes, welche ihr ein porphyrartiges Ansehen verleihen (Pont Pelissier unfern Servoz, Elm am Passe des Splügen, Neusohl in Ungarn); allein solche Abänderungen einer Felsart von Sandstein-Struktur darf man nicht mit den untergeordneten Porphyrlagern verwechseln. Wir werden demnächst sehen, wie, auf beiden Kontinenten, solche zerbrochene Feldspath-Krystalle sich im rothen Sandstein wieder-

finden und in einem noch jüngern feldspathigen Trümmer-Gestein. In der südlichen Erdhälfte setzt die Grauwacke, nach Herrn von Eschwege, den Ostabhang der Gebirge Brasiliens zusammen; in den vereinigten Staaten habe ich dieselbe Felsart (Kette der Alleghanys) gefunden, Lager von Lydischem Stein einschließend und von schwarzem Kalk, durchaus dem des Harzer Uebergangs-Gebietes ähnlich. Herr Maclure hat am frühesten die wahrhafte Grenze der Grauwacke von der Carolina bis zum Champlain-See bestimmt. Im Norden Englands (Cumberland, Westmoreland) zeigt jenes Gestein Lager von granatenführenden Porphyren.

Uebergangskalk. Diese Felsart erscheint zuerst bald als untergeordnetes Lager in der Grauwacke, oder im Uebergangs-Thonschiefer, oder sie wechselt mit diesen Gesteinen; später verschwinden Thonschiefer und Grauwackenschiefer, und der Kalk wird zu einer einfachen Formation, welche man geneigt seyn könnte als eine selbstständige zu betrachten, obgleich sie stets der Gruppe §. 22 angehört. Wenn Schiefer und Kalk wechseln, so hat ein solcher Wechsel Statt entweder in mächtigen Lagern (Gipfel der Bochetta unfern Genua, und Weg zwischen Novi und Gavi), auf ähnliche Weise, wie bei den zusammengesetzten Formationen aus Granit und Gneiß, aus Grauwacke und Grauwackenschiefer, aus Syenit und Grünstein, aus Thonschiefer und Poryhyr; oder es erstreckt sich der Wechsel bis auf die dünnsten Blätterlagen der Gesteine (calschistes), so, daß jede Schieferlage mit einer Kalklage innig verbunden ist (Thäler von Campan und von Oueil in den Pyrenäen, Berge von Poinik in Ungarn).

Wie man in den Pyrenäen dem Granit-Gneiß und dem Ur-Glimmerschiefer Kalk eingelagert findet, den man, nach blos äußerlichem Ansehen als der Uebergangszeit zuständig betrachten könnte, das heißt graulichschwarz (Col de la Trappe) durch Graphit gefärbt, welcher als der älteste zu betrachten von sämmtlichen kohligen Substanzen; ferner stinkenden Kalk, den Geruch von geschwefeltem Wasserstoff verbreitend; endlich dichten Kalk, erfüllt mit Chiastolith: so zeigen auch die Uebergangs-Gebilde der Gruppe §. 22 einige

Beispiele von weißem, körnigem Kalk (Miltitz in Sachsen; Thäler von Ossan und Soubie in den Pyrenäen). Im Allgemeinen indessen, wenn man die Gruppe §. 20 ausnimmt (jene, von welcher die Tarantaise den Typus abgibt), sind die Kalke der Uebergangs-Formationen entweder dichte, oder sie gehen zu den sehr kleinkörnigen über. Ihre Färbung ist dunkler (aschgrau, schwärzlichgrau) als jene des Kalkes der Urzeit. Die größte Menge der schönen Abänderungen von rothem Marmor (Thal Luchon in den Pyrenäen), von grünem und gelbem, berühmt bei den Alterthumsforschern unter den Benennungen marbre africain fleuri, noir de Lucullus, jaune et rouge antique, pavonazzo und brèche dorée, scheinen mir den Kalken und Kalk-Trümmer-Gesteinen der Uebergangsfrist anzugehören. Wie wir bereits im Vorhergehenden gesehen, zeigt sich der Chiastolith des Uebergangs-Thonschiefers ausnahmsweise im Ur-Thonschiefer: auf ähnliche Weise wird der Grammatit (Tremolit), so gewöhnlich im Dolomit und im weißen körnigen Ur-Kalk, als Ausnahme (zwischen Giellebeck und Drammen in Norwegen), im schwarzen Uebergangskalk gefunden. Gewisse Mineral-Gattungen gehören ohne Zweifel dieser oder jener Zeit mehr an, wie jeder andern; allein ihre Beziehungen zu den Formationen sind nicht ausschließlich genug, um daraus diagnostische Merkmale zu entnehmen, in einer Wissenschaft, in welcher die Lagerung allein eine unbeschränkte Entscheidung zu bieten vermag. Oft haben örtliche Umstände seltsam eingewirkt auf die Verbindungen, welche man zwischen Mineral-Gattungen und Gebilden wahrnimmt. In den Pyrenäen, und zumal in Südamerika, sind die einzeln eingemengten Granaten dem Gneisse eigen, während sie außerdem fast überall mehr dem Glimmerschiefer angehören.

Der Uebergangskalk, da, wo er mächtige vereinzelte Massen bildet, ist sehr reich an Kieselerde: bald (Kette der Pyrenäen) trifft man diesen Kieselerde-Gehalt ausgeschieden in Quarz-Krystallen; bald (Kette der Alpen) ist derselbe, als äußerst feiner Sand, dem Ganzen der Masse beigemengt. In der ersten der genannten Gebirgsketten schließt der Uebergangs-Kalk, wie der Ur-Kalk, Lager von Grünstein ein (Thal von Saleix) und selbst von Feldstein, zwei

Felsarten, welche im Allgemeinen dem Uebergangs-Thonschiefer häufiger angehören. Grünstein-Lager finden sich auch, nach Herrn Mohs, im Uebergangs-Kalk von Steyermark, und die Mandelsteine des mountain-limestone von Derbyshire (zwischen Sheffield und Castelton) gehören einem System von, in geognostischer Beziehung analogen, untergeordneten Lagern an. Diese Lager gewinnen oft das Ansehen wahrer Gänge.

Die übermäßige Entwickelung, welche der Uebergangskalk in der Hochkette der Alpen erreicht, könnte zum Glauben Anlaß bieten, daß die Gruppe §. 22 zwei verschiedenartige Formationen enthalte: wovon die eine, die ältere, Schiefer aufzuweisen hat und Grauwacken mit eingelagertem Porphyr und Kalk; die andere aber, von neuerm Alter, diejenigen Kalke, welche als selbstständige Gebirgsarten gelten müßten. Aber eine solche Abtheilung erachte ich nicht für zureichend gerechtfertigt durch die geognostische Beschaffenheit der Gebilde. In der Schweiz, wie in England, wechseln große Kalkmassen mit Uebergangs-Trümmer-Gesteinen, und dieselben Kalke, welche man zu selbstständigen Formationen erheben wollte, thun durch untergeordnete Lager ein inniges Verbundenseyn dar mit allen übrigen Gliedern der Gruppe §. 22. Im Uebergangs-Kalk der Diablerets und des Oldenhornes hat Herr **von Charpentier** Lager von Grauwackenschiefer beobachtet. Nach demselben erfahrnen Gebirgsforscher ist der salzführende Gyps von Bex einem Uebergangskalk untergeordnet, der auf Grauwacke ruht, und zugleich mit dieser Felsart wechselt und mit Uebergangs-Thonschiefer. Die untern Lagen des Uebergangs-Kalkes sind sehr schwarz und reich an Belemniten, die obern zeigen sich mehr thonig und enthalten Ammoniten. Der Anhydrit, in welchem das Steinsalz vorkommt, gehört den obern Lagen an; er zeigt seiner Seits untergeordnete Lager von gemeinem (wasserhaltigem) Gyps, von dichtem Kalk, von Thonschiefer, von Grauwacke und von Trümmer-Gesteinen. So umschließt jede Niederlage von Steinsalz, von Steinkohlen und von Eisenerzen, im Uebergangs- und im Flötz-Gebiet, kleine örtliche Formationen, welche durchaus nicht verwechselt werden dürfen mit den wahrhaften Glie-

dern der geognostischen Reihe. In Folge der Beobachtungen der Herren von Charpentier und Lardy ist, wenn man nur große Massen im Auge hat, der Flötz-Gyps stets wasserhaltig (Thüringen), während der Uebergangs-Gyps sich wasserfrei (anhydre, ou hydraté épigène) zeigt (Bex). Zudem sind die Meinungen der Geognosten über das Alter der Schweizerischen Salz-Niederlage noch getheilt. Herr von Buch in seinen Briefen an Herrn Escher, gedruckt 1809, scheint dem erzführenden Gyps von Bex eine Stelle zwischen der Grauwacke der Dent de Chamossaire und dem Konglomerat von Sepey anweisen zu wollen: die Herren von Bonnard und Beudant betrachten denselben als Glied der Flötzzeit und dem Kohlen-Sandstein oder dem Zechstein zugehörig. So hat es auch dem Herrn Freiesleben und mir geschienen, als wir im Jahre 1795 jene Gegenden untersuchten.

In dem Pyrenäen-Kalke ist die Grenze zwischen den Uebergangs-Gebilden (Pic long, 1668 Toisen; Pic d'Estales, 1550 Toisen), den rothen Sandstein-Gebilden (Berge von Larry, 1100 Toisen) und jenen des Alpenkalkes (Mont perdu, 1747 Toisen), sehr scharf bezeichnet. Ueberall, wo es rothen Sandstein gibt, lassen sich zwei Kalksteine unterscheiden: einer, welcher das Dach-Gestein ausmacht, und ein anderer, der die Unterlage des rothen Sandsteins abgibt. Jener, wie auch Bestand und Farbe seyn mögen, ist ein Alpenkalk (Zechstein) für den Geognosten, der die Formationen nach ihrer Lagerung benennet; der letztere, das Sohlen-Gestein, ist ein Uebergangskalk. In der Hochkette der Alpen — wir werden später auf diesen interessanten Gegenstand zurückkommen — trifft man den rothen Sandstein nicht deutlicher bezeichnet, als dieß in einem großen Theile der Kordilleren der Andes der Fall ist; ja man kann den Zweifel anregen, ob er überhaupt daselbst vorhanden sey. Daraus ergibt sich ziemlich naturgemäß, daß die Grenze zwischen Alpenkalk oder Zechstein und Uebergangs-Kalk von jüngster Entstehung hier nicht mit Verlässigkeit ausgemittelt werden könne. Die Kalksteine des südlichen Alpenstreifens, jene der Dent du Midi de Saint-Maurice, der Dent du Morcle, der Diablerets (wenn man den sehr muschel-

reichen Gipfel in Nordosten von Bex ausnimmt), das Oldenhorn, der Gemmi, die Jungfrau, der Titlis und Tödi sind eben so unzweifelhaft dem Uebergangs-Gebiet zuständig, als die Kalksteine von Longhope, von Dudley oder von Derbyshire in England; als jene aus den Thälern von Campan und von Luchon in den Pyrenäen; als jene von Namur in Belgien, von Blankenburg, von Elbingerode, von Scharzfeld, endlich die vom Schneeberg bei Wien. Dieß Unzweifelhafte ist bei weitem weniger ausgemacht, hinsichtlich des nördlichen Kalkstreifens der Alpen, was die Felsart des Molo angeht, jene der Dent d'Oche, des Molesson, des Tour d'Ay, der Dent de Jament, des Stockhorn, des Glarnisch und Sentis, welche einige bewährte Gebirgsforscher als Zechstein betrachten, während Andere sie für die jüngste Formation von Uebergangs-Kalk nehmen. Die Gesteine des südlichen und nördlichen Streifens der Alpen sind öfter unter dem gemeinsamen Namen Hochgebirgs-Kalkstein verwechselt worden; ein Name, der noch schwankender seyn würde, als die Benennung Alpenkalk, wenn man einen Gedanken von geognostischer Lagerung damit verbände, und wenn er nichts ausdrückte, als die Lage gewisser Felsarten in sehr beträchtlichen Höhe-Punkten. Das Wort Alpenkalk, ursprünglich als gleichbedeutendes mit Zechstein genommen, zeigt eine geognostische Lagerung an, eine Formation, welche ihre Stelle unmittelbar über dem rothen Sandstein einnimmt, gleichviel ob in Ebenen oder in sehr erhabenen Bergketten. Es ist eine ziemlich denkwürdige Thatsache, daß der Enkrinitenkalk (mountain-limestone) und selbst das Uebergangs-Trümmer-Gestein (old red sandstone), die Unterlage jenes Kalkes, in England und in Schottland einige Steinkohlen-Spuren enthalten, die verschieden sind vom Anthrazit.

Die eigentlichen Variolite (Durance, Mont Rose), welche rundliche Feldstein-Massen zeigen, die inne liegen in einem innigen, fast gleichartigen, Gemenge aus Hornblende, Chlorit (?) und Feldstein, gehören theils der Gruppe an, die wir so eben beschrieben, theils der nächstfolgenden Gruppe. Vielleicht sind sie nichts als untergeordnete Lager eines porphyrartigen Gesteins, Lager, in welchen

ein Theil des Feldspathes sich abgeschieden hat vom Gewebe der Masse. Man hat diese Variolite lange Zeit nur in Rollsteinen gekannt, oder in einzelnen großen Bruchstücken: sie dürfen nicht verwechselt werden mit den Varioliten mit Kalkspath-Nestern (Blatterstein), die dem grünen Uebergangs-Thonschiefer untergeordnet sind, noch mit jenen Varioliten, welche durch Einseihungen im Mandelsteine des rothen Sandsteins entstehen.

Obwohl wir noch sehr weit davon entfernt sind, die Geschichte eines jeden Uebergangs- oder Flötz-Gebildes durch Aufzählung der Gattungen fossiler Körper vervollständigen zu können, die darin gefunden werden, so werden wir dennoch einige der organischen Ueberbleibsel angeben, welche die Gruppe §. 22 zu bezeichnen scheinen. Im Thonschiefer und in der Grauwacke, zumal im Grauwackenschiefer: Monocotyledonen (Arundinaceen und Bambusaceen) älter vielleicht als die frühesten Thiere; Entrochiten, Koralliten, Ammoniten (Castillon-Thäler in den Pyrenäen; Fuß des Fis-Berges in Savoien; Herzogthum Nassau; Harz); Hysterolithen, Orthoceratiten, bei weitem seltener, als im Uebergangs-Kalk; Pektiniten (Gerolstein in Deutschland); blinde Trilobiten des Herrn **Wahlenberg**, die nicht eine Spur von Augen zeigen (Olstorp in Schweden); Ogygies des Herrn **Brongniart**, in welchen die Augen gleichsam nur durch zwei Hervorragungen auf dem Kopfschild angedeutet werden (Angers und nördliches Amerika); Calymène de Tristan und Calimène macrophtalme von **Brongniart** (Bretagne, Cotentin). Im Kalk, und zwar in den ältesten Lagen desselben: Entrochiten, Madreporen, Belemniten (Bex in der Schweiz; Pic de Bedillac in den Pyrenäen); einige Ammoniten, nur einzeln, nie in Lagen; Orthoceratiten, Asaphus Buchii, A. Hausmanni (Wales; Schweden); äußerst wenig zweischaalige Muscheln. In den jüngern Lagen des Kalkes: Calimène Blumenbachii (Dudley in England, Miami im nördlichen Amerika), Asaphus caudatus von **Brongniart**; Ammoniten, Terebratuliten, Orthoceratiten, einige Gryphiten (Namur, Avesnes); Enkriniten. In Deutschland ist der Uebergangs-Kalk zuweilen ganz durchdrungen von

Muscheln (Eiffel und Herzogthum Berg). Der körnige Kalk des Eilandes Paros[1] soll, nach einer Stelle des **Xenophanes** von Kolophon, aufbewahrt im **Origenes**[2], organische Ueberbleibsel einschliessen; aber es bleibt sehr zweifelhaft, je nachdem man δάφνη oder ἀφύη liest, ob jene Reste dem Pflanzenreich angehören (Blätter des Lorbeerbaumes), oder dem Thierreich (Abdruck einer Clupea incrassicolis, Anchois). Wir beharren keineswegs auf dieser Bestimmung; denn es wäre möglich, daß der Marmor von Paros eben so wenig ein Primitiv-Gestein sey, als der Marmor von Carara, über welchen ich die Zweifel mehrerer berühmten Geognosten theile. Die Erscheinung von Höhlen steht indessen keineswegs der Annahme eines hohen Alters für die Kalksteine des Archipelagus entgegen: es gibt deren in einigen andern Gegenden (Schlesien, unfern Kaufungen; Pyrenäen, Thäler von Naupounts und Meigutberg) welche dem Ur-Kalk anzugehören scheinen.

IV und V. **Porphyre, Syenite und Grünsteine neuer als Uebergangs-Thonschiefer, zuweilen selbst als Orthoceratiten-Kalk.**

§. 23. Ich stelle in zwei Gruppen zusammen, was vielleicht nur eine einzige ausmacht: Porphyre, porphyrartige Grünsteine und Syenite, welche ich in beiden Erdhälften als Ueberlagerungen des Uebergangs-Thonschiefers gesehen habe. Diese Felsarten zeigen, was ihren Bestand angeht und die Beziehungen zu den sie unmittelbar bedeckenden Trachyten, viel Aehnliches mit der ältern Gruppe §. 21. In diesen Porphyren und porphyrartigen Grünsteinen hat man, nordwärts vom Erdgleicher, in Mexiko und Ungarn, unermeßliche Schätze von Gold- und Silbererzen aufgefunden; denn ungeachtet **Borns** saxum metalliferum in Schemnitz vielleicht jüngerer Entstehung seyn dürfte, als der Uebergangs-Kalk mit sparsamen organischen Resten, so ist dennoch dieses Lagerungs-Verhältniß, nach der Meinung eines

---

1 **Link**, Urwelt, S. 2.

2 Philosophumena, c. 14, T. X. p. 893. B. edit. Delarue.

berühmten Geognosten, des Herrn Beudant, zu wenig verlässig um Formationen zu scheiden, welche so innig verbunden sind, wie jene von Neu-Spanien und von Ungarn. Die Zirkon-Syenite, die Uebergangs-Granite und die Porphyre Norwegens, welche wir durch die Herren von Buch und Hausmann kennen gelernt, sind nicht nur neuer (Stromsoe, Krongskoven) als Grauwacke und der Thonschiefer, welcher mit dem Orthoceratiten-Kalk wechselt, sondern es überdecken jene Gesteine selbst (Skeen) unmittelbar einen die Grauwacke vertretenden Quarzfels, der auf schwarzem Kalk ruht, in welchem man keine wechselnden Thonschiefer-Lagen wahrnimmt.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, daß sehr gültige Gründe geboten sind, um die Gruppen §§. 23 und 24 zu vereinigen, indem man bei den Uebergangs-Porphyren nur zwei selbstständige Formationen unterscheidet, älter und neuer als Thonschiefer, und eine dritte dieser Felsart untergeordnete Formation (§. 22). Die Eigenthümlichkeit gewisser Porphyre und porphyrartiger Syenite, ausgezeichnet erzführend zu seyn, soll, so denke ich, der Vereinigung der Gesteine Mexikos, Ungarns, Sachsens und Norwegens nicht im Wege stehen. Die Gold- und Silbererze bilden darin keine gleichzeitigen Lager, sondern Gänge, welche eine außerordentliche Mächtigkeit erreichen. Uebergangs-Porphyre, von denen manche den Trachyten beizuzählen man sich veranlaßt sehen könnte, weil sie wahrhafte Phonolith-Lager mit glasigem Feldspath einschliessen, theilen jenen Mineral-Reichthum, welchen man, unter, den Ur-Gebirgen im Alter nachstehenden, Gebilden, lange Zeit hindurch als ausschließliches Eigenthum der kohlenstoffhaltigen und glimmerigen Schiefer, der Grauwacken und des Uebergangs-Kalkes betrachtete. In denselben Gegenden findet man Gruppen von Porphyren und Syeniten, sehr ähnlich, was das Mineralogische betrifft und ihr Lagerungs-Verhältniß, den reichsten Gruben von Schemnitz oder von Neu-Spanien, und welche demungeachtet ganz arm sind an Metallen. Es ist dieß der Fall bei fast allen Uebergangs-Porphyren (und trachytischen Felsarten) des südlichen Amerika. Die großen

Grubenbaue in Peru, jene von Hualgayok oder Chota und von Llauricocha oder Pasco sind nicht im Porphyr, sondern im Alpenkalk. Im Freistaate von Buenos-Ayres ist der berühmte Cerro de Potosi aus (Uebergangs-?) Thonschiefer zusammengesetzt und bedeckt mit Porphyr, der Granaten eingesprengt enthält.

Wenn die großen Silber- und Golderz-Niederlagen, die seit Jahrhunderten den Reichthum Ungarns und Siebenbürgens ausmachen, sich nur in der Mitte syenitischer und porphyrartiger Grünstein-Gebirge finden, so darf man daraus nicht folgern, daß in Neu-Spanien das Nämliche der Fall sey. Allerdings haben die Mexikanischen Porphyre einzelne Beispiele außerordentlichen Reichthums geboten. Zu Pachuca hat der einzige Förderschacht von Encino lange Zeit hindurch jährlich mehr als 30,000 Mark Silber geliefert. In 1726 und 1727 haben die beiden Gruben-Gebäude der Biscaina und des Xacal zusammen 542,000 Mark gegeben, das heißt, sie lieferten ungefähr zweimal so viel, als in der nämlichen Zeitfrist ganz Europa und das gesammte Asiatische Rußland. Die nämlichen Porphyre von Real del Monte, welche durch ihre obern Lagen mit den porphyrähnlichen Trachyten und den Perlsteinen mit Obsidian vom Cerro de las Navajas im Verbande stehen, haben durch Ausbau der Grube de la Biscaina (von 1762 bis 1781) mehr als eilf Millionen Piaster Ausbeute gehabt. Indessen sind diese Schätze geringer als jene, welche man in demselben Lande aus den nicht porphyrartigen Uebergangs-Formationen gewinnt. Die Veta negra von Sombrerete, welche einen dichten Kalkstein durchsetzt, erfüllt mit Nieren Lydischen Steines, hat den Beweis vom größten Silbererz-Reichthum gegeben, der bis jetzt in beiden Welttheilen beobachtet worden. Die Familie von Fagoaga oder jene des Marquis del Apartado hat daraus, im Verlaufe weniger Monate, einen reinen Gewinn von vier Millionen Piaster gezogen. Die Grube von Valenciana, in einem Uebergangs-Schiefer betrieben, hat sich von so beständiger Produktion gezeigt, daß, bis zum Ende des letzten Jahrhunderts, sie, vierzig aufeinanderfolgende Jahre hindurch, jährlich über 360,000 Mark Silber geliefert. Im mittlern Theile Neu-Spaniens, wo die Porphyre häu-

figer erscheinen, ist es im Allgemeinen nicht diese Felsart, welche den drei großen Gruben-Gebäuden von Guanaxuato, Zacatecas und Catorce ihre kostbaren Metalle liefert. Jene drei Werke, die Hälfte alles Mexikanischen Goldes und Silbers erzeugend, liegen zwischen dem 18° und 23° nördlicher Breite. Die Bergleute arbeiten hier auf Erz-lagerstätten, die fast alle im Gebiete des Uebergangs-Thonschiefers, der Grauwacke und des Alpenkalkes enthalten sind: ich sage fast alle, denn die berühmte Veta madre von Guanaxuato — reicher als Potosi, und bis 1804, ein Jahr in das andere gerechnet, den sechs-ten Theil des Silbers liefernd, welches Amerika der gesammten Welt zum Umlauf bietet — setzt zugleich im Thonschiefer auf und im Por-phyr. Die Gruben von Belgrado, von San Bruno und von Mari-sanchez, in der Porphyr-Gegend, südwärts von Valenciana auf-geschlossen, sind von sehr geringer Bedeutung. Andere Grubenbaue, betrieben in den Porphyren der Gruppe 23 (Real del monte, Moran, Pachuca und Bolaños), geben heutiges Tages nicht über 100,000 Mark, oder den fünfundzwanzigsten Theil des, aus dem Hafen von Vera Cruz ausgeführten, Silbers (1803). Ich habe geglaubt, diese Thatsachen hier aufzeichnen zu müssen, weil der Ausdruck erz-führende Porphyre, dessen ich mich häufig in meinen Schriften bedient habe, zu dem irrigen Glauben führen könnte, als seyen die Metall-Reichthümer der neuen Welt großen Theils den Uebergangs-Porphyren zuständig. Je weiter man vorschreitet in der Kenntniß des Bestandes der Erdrinde unter verschiedenen Himmelsstrichen, je mehr erkennt man, daß fast jede Felsart, älter als Alpenkalk, in gewissen Gegenden sehr silberreich befunden worden. Das Erscheinen alter Gänge, auf welchen sich unsere Metall-Schätze abgesetzt fin-den — vielleicht auf ähnliche Weise wie Eisenglanz und salzsaures Kupfer noch gegenwärtig aus Laven-Spalten aufsteigen — dürfte gewissermaßen als unabhängig zu betrachten seyn von der eigenthüm-lichen Natur der Gesteine.

Um eine richtige Ansicht zu geben von dem, dem Uebergangs-Thonschiefer im Alter nachstehenden, Porphyr-, Syenit- und Grün-stein-Gebilde, ist, beim gegenwärtigen Stande des Wissens, die

Unterscheidung von vier besondern Formationen nothwendig, nämlich:

jene der Aequinoktial-Regionen des neuen Kontinents,
die Ungarische,
die Sächsische und
die Norwegische.

Ungeachtet der Beziehungen, durch welche diese besondern Formationen verbunden sind, bietet jede derselben denkwürdige Eigenthümlichkeiten dar. Wir werden sie durch bloß geographische Benennungen kenntlich machen, entlehnt von den Orten wo die ausgezeichnetsten Glieder auftreten, ohne indessen behaupten zu wollen, daß man die Ungarische Formation nicht auch im neuen Kontinent finden könne, oder jene von Guanaxuato, mit allen Umständen von denen sie begleitet erscheint, in irgend einer Europäischen Gegend.

A. Gruppe der Aequinoktial-Regionen des neuen Kontinents.

a. Nördliche Erdhälfte. Was die theils sehr metallreichen Porphyre von Aequinoktial-Amerika (jene der Gruppe §. 23, wie die der Gruppe §. 21) im Allgemeinen auszeichnet, das ist die fast ausschließliche Abwesenheit des Quarzes, die Gegenwart der Hornblende, des glasigen Feldspathes und zum Theil des Augits. Ich habe mich auf diese Unterscheidungs-Merkmale gestützt in allen, seit 1805 durch mich herausgegebenen Schriften; man findet sie meist bei den, gleichfalls erzführenden, Porphyren oder porphyrartigen Grünsteinen Ungarns und Siebenbürgens wieder. Die Mexikanischen Porphyre, wie dieß bereits bemerkt worden, zeigen nicht selten zugleich zwei Abänderungen des Feldspathes, den gemeinen und den glasigen; der erste weiß bei weitem weniger der Zersetzung zu widerstehen, als der zweite. Die Gestalt-Verhältnisse ihrer Krystalle, theils breit, theis sehr in die Länge gezogen, zeichnen sie fast eben so sehr aus, als ihr Glanz und das mehr oder weniger deutliche Blätter-Gefüge. Der Quarz, wenn er sich zuweilen zeigt, ist nicht krystallisirt, sondern in kleinen Körnern: Augite und

Granaten, gleichfalls in den porphyrartigen Grünsteinen Ungarns vorkommend, sind sehr selten. Die Silbererze führende Gruppe Mexikos ist minder reich an Hornblende; der Glimmer, in einigen Trachyten sich findend, fehlt gänzlich in den Porphyren von Neu-Spanien. Die meisten dieser Felsarten sind sehr regelrecht geschichtet; und, was noch mehr sagen will, das Streichen ihrer Schichten (zwischen la Moxonera und Sopilote, nordwärts von Acapulco; am Puerto de Santa Rosa bei Guanaxuato) ist gleichförmig mit den, ihre Unterlage bildenden, Ur- und Uebergangs-Gesteinen. In Neu-Spanien, wie in Ungarn, erscheint das trachytische Gebilde unmittelbar auf den erzführenden Porphyren ruhend; aber in dem ersten jener Lande sind die Porphyre stellenweise (Zimapan, Xaschi und Xacala) mit schwärzlichgrauem Uebergangskalk bedeckt; an andern Orten (Villalpando) mit rothem Sandstein; an noch andern (zwischen Masatlan und Chilpanzingo; zwischen Amajaque und la Magdalena; zwischen San Francesco Ocotlan und la Puebla de los Angeles; zwischen Cholula und Totomehuacan) mit Alpenkalk.

Die Uebergangs-Porphyre Ungarns, Sachsens und Norwegens zeigen eine sehr verwickelte Struktur: sie wechseln mit Syeniten, Granaten, Grünsteinen; und wenn kein Wechsel Statt hat, so finden sich die drei letzten Felsarten, und selbst Glimmerschiefer und talkige Kalke, als untergeordnete Lager, umschlossen von den Porphyren. Die Häufigkeit untergeordneter Lager entfernt auf sehr entscheidende Weise die Porphyre Ungarns und Norwegens von den trachytischen Gesteinen. Dasselbe ist der Fall rücksichtlich der Porphyre Neu-Spaniens, ihnen ähnlich durch die Natur des Bestandes (Grundmasse und eingeschlossene Krystalle). Die Struktur der Mexikanischen Porphyre ist höchst einfach: sie setzen ein unermeßliches Gebilde zusammen, nicht unterbrochen durch untergeordnete Lager. Ich habe Syenite im Uebergangs-Thonschiefer von Guanaxuato gesehen (§. 22), desgleichen oberhalb dieses Thonschiefers, wechselnd mit Grünstein; allein ich habe weder Syenit, noch Glimmerschiefer, noch Grünstein, noch Kalk in den Porphyren von Moxonera, von

Pachuca, von Moran und von Guanaxuato wahrgenommen. Nur zu Bolaños trifft man Mandelsteine im Porphyr. Diese gleichmäßige, nicht unterbrochene, Entwickelung der erzführenden Porphyre sowohl als der erzleeren, in Neu-Spanien, ist eine sehr auffallende Thatsache: sie erschwert die systematische Abscheidung der Porphyr- und der Trachyt-Gebilde da, wo diese Gebilde unmittelbar auf einander gelagert sind. Beim Abschätzen der Mächtigkeit zweier verbundenen Gebilde, das heißt, wenn man von den tiefsten Lagen eines Porphyres — den man als Glied der Uebergangszeit zu betrachten berechtigt ist, weil er mit großen Kalk-Formationen, ähnlich dem Zechstein (Guasintlan am westlichen, und Venta del Encero am östlichen Abhang der Kordilleren) bedeckt ist — bis zum trachytischen Gipfel des gewaltigen Feuerberges de la Puebla (Popocatepetl) hinaufsteigt, so findet man, zu Folge meiner barometrischen und trigonometrischen Messungen, eine, durch untergeordnete Lager nicht unterbrochene Mächtigkeit von mehr als 13000 Fuß (2233 Toisen). Die Mächtigkeit der Lagen des erzführenden Porphyrs allein, von Guasintlan und Puente de Istla an gerechnet (wo die Porphyre mit den blasigen Mandelsteinen von Guchilaque und vom Thale Mexikos überdeckt sind) bis zum Ausgehenden der Silbererz-Gänge von Cabrera (Real del Moran), beträgt 5000 Fuß (817 Toisen). Diese Abstände sind durch Vergleichungen der absoluten Höhen der Standpunkte ausgemittelt worden; denn beim Veränderlichen des Schichtenfalles und nach den Beziehungen zwischen dem Streichen des Gesteines ist es glaubhaft, daß die scheinbare Mächtigkeit (der Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum der Höhen) wenig abweiche von der wahren Mächtigkeit, welche der Gesammtbetrag aller, an den Schichtungsklüften genommenen, Mächtigkeiten ist. Dieß sind die wichtigsten örtlichen Beziehungen der Lagerungs-Verhältnisse der Porphyre Mexikos zwischen dem 17ten und 21sten Grade nördlicher Breite.

α. Weg von Acapulco nach Mexico. Der Porphyr am westlichen Abfall der Kordilleren von Anahuac steigt nur bis zum Thal des Rio Papagallo hinab, etwas nordwärts von der Venta de

Tierra colorada, in 230 Toisen Höhe über der Fläche des stillen Oceans. Auf dem östlichen Abfall der Kordillere von Anahuac, zwischen dem Thale von Mexico und dem Hafen von Vera-Cruz, habe ich oberhalb des Encero, bis zu 470 Toisen Höhe, nicht eine Spur jenes Gesteins gefunden. Der Porphyr wird daselbst von einem thonigen Sandstein überlagert, der Bruchstücke eines trachytischen Mandelsteines einschließt. Die beiden Haupt-Porphyr-Gruppen auf dem Wege von Acapulco nach Mexico sind die von Moxonera und von Zumpango.

Das granitische Thal vom Papagallo ist nach Süden (Alto del Peregrino) begrenzt durch eine, 85 Toisen mächtige, Formation eines dichten, schwärzlichblauen, von häufigen kleinen weißen Kalkspath-Gängen durchsetzten Kalksteines. Man findet darin viele große Höhlen, ähnlicher den Höhlen des Alpenkalkes, als denen des Uebergangs-Kalks. Nordwärts zeigt sich das Thal, begrenzt durch eine Porphyrmasse (Alto de la Moxonera und de Los Caxones) von 355 Toisen Mächtigkeit. Dieser Porphyr ist ziemlich regelrecht geschichtet (Streichen N. 35° O., Fallen 40° in N. W.); zuweilen erscheint er auch in Kugeln mit konzentrischen Lagen zertheilt. Seine Grundmasse ist grünlich, thonig, umschließt glasigen Feldspath und zersetzte Augite, die beinahe wie Olivin gefärbt sind; er ist frei von Quarz, von Glimmer und von gemeinem, blätterigem Feldspath. Große röthlichweiße Thonmassen sind diesem erdigen Porphyr eingelagert; er ruht unmittelbar, wie der Kalk von Peregrino (dessen Schichten ihr Streichen N. 45° O. haben, und unter 60° nach N. W. fallen) auf Ur-Granit. Der Letztere, dessen Beschreibung bereits im Vorhergehenden mitgetheilt worden (§. 7), umschließt, am Fuße des Porphyr-Hügels von Los Caxones, im Thal vom Papagallo, Gänge von schwarzem Hornblende-Gestein und von Granit-Kugeln mit konzentrischen Lagen, ähnlich denen, die ich im Fichtelgebirge unfern Seißen beobachtet habe. Die größte Masse dieses grobkörnigen Granits ist sehr regelvoll geschichtet (Streichen N. 40° O.) und neigt sich in Gruppen von weiter Verbreitung am häufigsten nach N. W., am öftersten aber nach S. O. Die nach-

barlichen (Porphyr-?) Gipfel (Cerros de las Caxas und del Toro). haben wunderſame Geſtalten; und wenn man ſich verleitet ſehen ſollte den Porphyr von Moxonera und vom Alto de los Caxones, um des Beſtandes willen und wegen ſeiner Vereinzelung, für Trachyte zu nehmen, ſo würde einem ſolchen Wageſatze der Parallelism im Streichen ſeiner Schichten mit jenem des Kalkes und des Granites widerſtreiten, und die Ueberdeckung eines ſehr ähnlichen nachbarlichen Porphyres (Maſatlan) durch mächtige Flötzkalk-Formationen. Beim Herabſteigen vom Porphyr-Berge de los Caxones in ſüdlicher Richtung, das heißt, gegen das Geſtade des ſtillen Meeres hin, habe ich abwechſelnd zu Tage gehen ſehen: den Ur-Granit des Thales von Papagallo, den Alpenkalk vom Alto del Peregrino, den Ur-Granit des Camaron Thales, den Syenit des Alto del Camaron, endlich den Ur-Granit des Exido und der Küſten Acapulco. Der Syenit des Camaron, Hornblende-Kryſtalle von acht Linien Länge umſchließend, ſcheint nicht mit dem Mexikaniſchen Porphyre in Verband zu ſtehen. Es iſt nur eine Umwandelung im Beſtande der granitiſchen Maſſe, welche, in dieſen Gegenden, Hornblende aufnimmt und auf allen Gipfeln porphyrartig wird.

Die zweite Uebergangs-Porphyr-Gruppe, deren Ueberlagerung ich mit Sorgfalt habe unterſuchen können, iſt jene von Zumpango. Sie beginnt einige Stunden vom Alto de los Caxones und trägt, nach Mescala hin ſich verbreitend, ein weit gedehntes Plateau aus Kalk, Sandſtein und Gyps beſtehend (zwiſchen Maſatlan und Chilpanzingo). Auf dieſem Plateau, um 700 Toiſen höher als der Meeresſpiegel, erſcheinen, über einem Porphyr, in ſeinem Beſtande jenem von der Moxonera ähnlich, Flötz-Gebilde von ſehr verwickelter Struktur. Beim Herabſteigen vom Alto de Los Caxones (585 Toiſen Höhe), gegen Norden, ſieht man zuerſt den Ur-Granit des Thales von Papagallo neuerdings zu Tage ausgehen; weiter entdeckt man einen (etwa 200 Toiſen breiten und unmittelbar auf den Granit gelagerten) Streifen Alpenkalk, ähnlich dem von Peregrino; in noch größerer Entfernung zeigt ſich Granit, und endlich erreicht man die Porphyr-Gruppe von Zumpango, deren Schichten ſehr

regelrecht streichen N. 30° in 45° O. und am häufigsten in N. W. fallen.

Dieser Porphyr, erfüllt mit Krystallen glasigen Feldspathes, ohne Hornblende und den Ur-Granit überdeckend, dient (Acaguisotla) einem röthlichbraunen Mandelstein-Gebilde zur Unterlage, das halb verglast ist, fast ohne Blasenräume, flachrunde Kerne zersetzten Chalzedons enthält, Blättchen schwarzen Glimmers und schwarze Granaten (Melanite). Bald verschwindet der Mandelstein, und der Porphyr zeigt sich von neuem auf einem Gebiete von bedeutender Erstreckung, bis derselbe wieder überdeckt wird von den Kalksteinen von Masatlan und von Chilpansingo, zweien sehr ausgezeichneten, porösen Formationen, von denen die obere weißlich ist, thonig und sehr zerreiblich, die untere graulichblau, innig gemengt mit körnigem, kohlensaurem Kalk. Beide Kalksteine scheinen, für den ersten Blick, weniger alt, als der Alpenkalk von Peregrino; allein sie gehören bestimmt nicht den jüngsten Flötzkalk-Gebilden an, welche in Ungarn auf den Trachyten ruhen. Ich habe nicht eine Spur von Versteinerungen darin gefunden: sie streichen N. 35° O. und fallen im Allgemeinen unter 40°, nicht nach N. W., sondern nach S. O. Diese Gleichartigkeit des Streichens (nicht des Fallens), bei Felsarten von scheinbar so verschiedenem Alter, ist eine seltene Erscheinung. Sie tritt vielleicht den bereits entwickelten Gründen zur Seite, die Porphyre, deren Lagerungs-Verhältnisse wir so eben kenntlich gemacht, nicht für Trachyte anzusprechen. Die Kalke von Chilpansingo haben Höhlungen von vier Linien bis zu acht Zollen im Durchmesser wechselnd. Die untere graulichblaue Formation überdeckt unmittelbar den Porphyr; sie durchbricht zuweilen die weiße Formation, und bildet an der Oberfläche des Bodens kleine zylindrische und korallenförmige Felsen, drei bis vier Fuß hoch, vom wunderbarsten Ansehen. Diese Umstände in Zusammensetzung und Struktur deuten viel Aehnliches an zwischen dem Höhlenkalk von Masatlan und Pentaquillas bis Chilpansingo und den untern Lagen des Jurakalkes (Höhlenkalk; schlackiger, blasiger Kalkstein), die, gleichfalls höhlenvoll in der Oberpfalz (zwischen Laber und Ettershausen) und

in Franken (zwischen Pegnitz und Muggendorf), der Außenfläche des Bodens eben so ein seltsames Ansehen verleihen. Unweit Zumpango steigt der Porphyr von Neuem unter dem Höhlenkalk von Chilpansingo hervor, oder vielmehr über einem kalkigen Trümmer-Gestein, das, zugleich Bruchstücke der blauen und der weißen Formationen umschließend, diese Letzteren an mehreren Punkten überdeckt. Da in den Gruppen von Los Caxones und von Zumpango die Porphyre ungefähr eben so hoch aufsteigen (560 und 585 Toisen), so ist man zur wahrscheinlichen Vermuthung berechtigt, daß der Höhlenkalk, dem sie im Plateau von Chilpansingo als Unterlage dienen, 800 Fuß Mächtigkeit habe.

Weiter nordwärts, gegen Sopilote, Mescala und Tasco, verliert man abermals den Porphyr aus dem Gesichte. Der Ur-Granit erscheint wieder; allein bald findet er sich überdeckt von einem Porphyr, dessen Bestand höchst denkwürdige Eigenthümlichkeiten zeigt: er ist blaulichgrau, etwas thonig, in Folge erlittener Zersetzung, und umschließt große Krystalle von weißlichgelbem Feldspath (mehr blätterig als glasig), fast lauchgrünen Augit, und wenigen, nicht krystallisirten, Quarz. Dieser geschichtete Porphyr ist, nach Süden hin, von demselben kalkigen Trümmer-Gestein überdeckt, das auf dem Plateau von Chilpansingo so häufig erscheint; mehr nordwärts (Sopilote, Estola, Mescala) ruht auf dem Porphyr ein dichter, grauer, mit Kalkspath-Gängen durchsetzter Kalk. Der Kalk von Estola ist weder porös noch blasig durch das Ganze seiner Masse, wie die Formation von Masatlan; wohl aber umschließt er einzelne große Höhlen, gleich dem oben beschriebenen Kalk von Peregrino. Beim Durchreisen dieser Gebirge ist mir durchaus kein Zweifel geblieben, daß nicht die Gesteine von Cañada de Sopilote und vom Alto del Peregrino einerlei seyen mit unserm Europäischen Alpenkalk (Zechstein), mit jenem, der, zu Folge des Formations-Alters, dem rothen Sandstein folgt, oder, wo dieser fehlt, den Uebergangs-Gesteinen. Unfern Mescala, etwas weiter nördlich von Sopilote, durchsetzen reiche Silbererz-Gänge, ähnlich den Gängen von Tasco und von Tehuilotepec, den Alpenkalk. Im Thal von Sopilote zeigt das

Gestein, den Porphyr der Gruppe von Zumpango überdeckend, dieselben gebogenen und gewundenen Schichten, wie sie am Achsenberge, an den Ufern des Lucerner Sees und in andern Alpenkalk-Gebirgen der Schweiz gesehen werden. Ich habe wahrgenommen, daß die obern Lagen der Formationen von Sopilote und von Mescala allmählig ins Weißlichgraue übergehen und daß sie, frei von durchsetzenden Kalkspath-Gängen, einen matten, dichten, oder muscheligen Bruch haben. Sie theilen sich, fast wie der Kalk von Pappenheim, in sehr dünne Platten. Man könnte an einen Uebergang des Alpenkalkes in den Jurakalk glauben, zwei Formationen, die einander in der Schweiz, in den Apenninen, und in mehreren Gegenden von Amerika unmittelbar überdecken; aber welche, im südlichen Deutschlande, von einander geschieden erscheinen durch mehrere dazwischen gelagerte Formationen (durch den Sandstein von Nebra oder den bunten Sandstein, durch den Muschelkalk und den weißen Sandstein oder Quader-Sandstein).

Nahe beim Dorfe Sochipala ist der Alpenkalk mit Gyps überdeckt, und zwischen Estola und Tepecuacuilco tritt unter dem Alpenkalk (Streichen bald N. 10° O. mit 40 östlichem Fallen, bald N. 48° O. mit 50° südöstlichem Fallen) ein spargelgrüner Porphyr mit Feldstein-Grundmasse hervor, sehr dünn geschichtet und, wie jener von Achichintla, fast ohne einzelne eingemengte Krystalle. Dieß Gestein ähnelt dem Porphyrschiefer (Phonolith) des Trachyt-Gebildes. Näher nach den Gruben von Tehuilotepec und Tasco hin zeigt sich dasselbe Gestein von quarzigem Sandstein mit thonigkalkigem Bindemittel überdeckt, ein Sandstein ähnlich dem Weißliegenden (der untern Sandsteinlage des Zechsteines) in Thüringen. Dieser quarzige Sandstein verkündigt abermals die Nähe des Alpenkalkes: auch sieht man auf dem Sandstein, und vielleicht unmittelbar auf dem Porphyr (wie dieß der Fall ist bei Zumpango und am Alto de los Caxones), in der Nachbarschaft des Salzsees von Tuspa, eine gewaltige Masse Alpenkalk ruhen, der höhlenreich ist und einige Versteinerungen einschließt, Trochiten und andere einschaalige Muscheln. Dieser Kalk von Tuspa, ohne Zweifel

jünger, als alle beschriebenen Porphyre, hat Lager von Gypsspath aufzuweisen und Schichten von schieferigem, kohlenstoffhaltigem Thon, die nicht mit Grauwackenschiefer verwechselt werden dürfen. Er ist meist blaulichgrau, dicht und von häufigen Kalkspathgängen durchsetzt. Oft geht er, weit entfernt, Höhlen zu umschließen, in die weiße, sehr dichte Formation über, ähnlich dem Kalk von Pappenheim. Ich war sehr überrascht von diesem Wechsel im Gefüge, den wir, Herr von Buch und ich, auch in den Apenninen (zwischen Fosombrono, Furli und Fuligno) beobachtet haben; er scheint anzudeuten, daß da, wo die mittleren Glieder der Reihe sich nicht entwickeln konnten, die Formationen des Alpen- und des Jurakalks inniger verbunden sind, als dieß im Allgemeinen angenommen wird. Die reichen Silbergänge von Tasco, welche vordem jährlich 160,000 Mark Silbers an Ausbeute gegeben, durchsetzen zugleich den Kalkstein und einen, in Glimmerschiefer übergehenden, Thonschiefer; denn, ungeachtet der Einerleiheit der gleichfalls silberreichen Kalk-Formationen von Tasco und von Mescala, ist die erste derselben, überall wo man sie mit Grubenbauen durchsenkt hat (Cerro de S. Ignacio), nicht den Porphyren aufgesetzt gefunden worden, wie der Kalk von Mescala, sondern einem ältern Gestein als Porphyr, einem Glimmerschiefer (Streichen N. 50° O.; Fallen 40—60° am häufigsten nach N. W., zuweilen auch in S. O.), der kleine Granaten führt und in Ur-Thonschiefer übergeht. Ich habe geglaubt, diese Einzelnheiten über die, den Porphyren folgenden, Gebilde anführen zu müssen, weil man allein durch die Kenntniß der aufgelagerten Felsarten den Gebirgskundigen in den Stand setzen kann, über die Stelle abzuurtheilen, welche die Mexikanischen Porphyre in der Reihenfolge der Formationen einzunehmen haben. Der Entwurf eines geognostischen Gemäldes hat nur in so fern Werth, als man das Gestein, welches man kennen lernen will, mit seiner unmittelbaren Unterlage, oder mit der unmittelbaren Ueberlagerung in Verband bringt. Oryktognostische Thatsachen nur lassen sich einzeln aufstellen: die wahrhafte Geognosie ist eine Wissenschaft voller Beziehungen und Verknüpfungen, und man kann, bei

Schilderung irgend eines Theiles der Erdfeste, seinen Gesichtskreis nicht wohl beschränken und bei diesem oder jenem Lager verweilen, das man ausschließlich zu erforschen geneigt ist.

β Central-Plateau. Thal von Mexiko; Gegend zwischen Pachuca, Moran und La Puebla. Eine gewaltige Masse von Uebergangs-Porphyr steigt 1200 bis 1400 Toisen über dem Meeres-Spiegel empor. Sie ist, im Thale von Mexiko und südwärs nach Cuernavaca und Guchilaque zu, mit zelligem, basaltischem Mandelstein (tetzontli im Mexikanischen) überdeckt; in Osten und Nordosten ruhen Flötz-Formationen darauf (zwischen Tlascala und Totonilco). Wahrscheinlich ist der Porphyr — der sich zuerst unter dem Alpenkalk von Mescala verbirgt und dann, in den Llanos von San Gabriel (unfern der Brücke von Istla), unter den trachytischen Trümmer-Gesteinen und unter einem porösen Mandelstein — einerlei mit jenem, der fünfzehn Stunden weiter nordwärts und 800 Toisen höher an den Ufern des Tezuco-Sees erscheint. Im schönen Thale von Mexiko durchbricht der Porphyr den Mandelstein an den Hügeln von Chapoltepec, von Notre-Dame de la Guadeloupe und von Peñol de los Baños. Er stellt sich unter verschiedenen, höchst denkwürdigen, Abänderungen dar: 1. röthlichgrau, etwas thonig, ohne deutliche Schichtung, Hornblende-Krystalle und Krystalle gemeinen Feldspaths zu gleichen Theilen umschließend (Stollen im Felsen von Chapoltepec getrieben); 2. schwarz oder schwärzlichgrau, mitunter zerborsten und blasig, abgeschieden in Schichten von 3 — 4 Zoll Mächtigkeit, die Grundmasse Feldstein, matt, im Bruche eben oder unvollkommen muschelig (mehr dem Bruche des Lydischen Steines ähnlich, als dem des Pechsteines), kleine Krystalle von glasigem Feldspath und olivengrünem Augit einschließend, fast frei von Hornblende, häufig auf der Außenfläche überdeckt mit prachtvollen Massen von traubigem Hyalith (Peñol de los Baños; Streichen N. 60° W.; Fallen 60° N. O.); 3. roth, erdig, mit großen Krystallen zersetzten gemeinen Feldspathes (Sallne des Sees von Tezuco, da, wo alte Aztekische Bildwerke den Peñol überdecken). Der Porphyr des Thales von Mexiko liefert

nicht nur Quellen trinkbaren Wassers, die vermittelst langer, mit großem Aufwande erbaueter Wasserleitungen zur Stadt geführt werden, sondern auch warme und kalte Mineralwasser. Man findet darin, und diese Thatsache ist sehr denkwürdig, wie im Ur-Glimmerschiefer der Gegend von Araya und um Cumana, Naphtha und Erdöl (Promontoire du sanctuaire de Guadeloupe). Obgleich dieser Porphyr unter dem porösen Mandelstein hervortritt und in der ganzen kreisförmigen Umgebung des Bassins von Tenochtitlan, dem Grunde eines ehemaligen, theilweise ausgetrockneten Sees, zu Tage ausgeht (Cerro de las Cruzes und Tiangillo, Cuesta de Varientos und Capulalpan, Cerro Ventoso und Rio Frio), so ist er dennoch nur nach Nord-Nord-Ost (Pachuca, Real del Monte und Moran) silberführend befunden worden.

Reiche Silbergänge durchsetzen, von der Grube San Pedro am Gipfel des Cerro Ventoso (1461 Toisen) bis zur Tiefe des vormaligen Schachtes vom Encino (1170 Toisen) im Real de Pachuca, eine Porphyrmasse, die über 1700 Fuß Mächtigkeit hat. Dieses Gestein, welches man ehedem Hornstein-Porphyr (roche siliceuse) genannt haben würde, ist im Allgemeinen grünlichgrau, zuweilen auch lauchgrün, zeigt einen muscheligen Bruch und gibt scharfkantige Bruchstücke. Die Grundmasse ist wahrscheinlich ein kieselerdreicher Feldstein: sie umschließt keinen Quarz und keinen Glimmer, wohl aber Krystalle von gemeinem Feldspath und von Hornblende. Die letztere Substanz ist meist nicht sehr häufig vorhanden, und wenn der Porphyr thonig oder erdig wird, so erkennt man die Hornblende nur in den dunkeln, grün gefärbten, Flecken mit gestreifter Aussenfläche. Die fast thonigen und mehr weichen Lagen (Thon-Porphyr von Moran) scheinen tiefer zu liegen, als die hinteren, festeren. Beiden erscheint Phonolith eingelagert in rauchgrauen oder lauchgrünen Schichten, tafelförmig abgesondert, oder in stark klingenden Blättern. Dieser Phonolith ist nicht ganz der des trachytischen Gebildes; denn seine Grundmasse zeigt nicht die sehr verlängerten Krystalle glasigen Feldspathes, sondern Krystalle von graulichweißem gemeinem Feldspath, stets begleitet von etwas Horn-

blende. Sämmtliche, Silbererze führende, Porphyre von Moran und von Real del Monte sind überaus regelrecht geschichtet (allgemeines Streichen wie im Thale von Mexiko, N. 60° W., Fallen 50° bis 60° in N. O.); sie erscheinen zu unförmigen Säulen abgesondert nur in den Organos de Actopan (Cerro de Mamanchota, Gipfel von 1527 Toisen Höhe) und in den Monjas de Totonilco el Chico, wenn übrigens die Felsart der Organos — deren Masse, nur die über den nachbarlichen Ebenen sichtbaren Porphyre gerechnet, bei 3000 Fuß Mächtigkeit hat — mit dem Gestein von Moran einerlei ist. Das letztere schließt etwas weniger Hornblende-Krystalle ein; beide sind weder porös noch zerklüftet: am Fuße der seltsam gestalteten Piks der Monjas finden sich die reichen Silbergänge von Totonilco el Chico.

Bis daher haben alle Silbererze führenden Porhyre von Pachuca und von Moran, die ich beschrieben, nichts gezeigt das sie von dem Uebergangs-Gebilde entfernte: sie zeigen sich selbst überdeckt mit gewaltigen Massen von Kalk-Formationen, von Sandstein und von Gyps (zwischen den Bädern von Totonilco el Grande und der Höhle de la Madre de Dios oder Roche perçée). Die Kalk-Formation, 1000 Fuß mächtig, ist blaulichgrau, dicht, nicht porös, umschließt Bleiglanz-Gänge und Lager weißen fast großkörnigen Kalkes. Sie gehört dem Alpenkalk an, wenn nicht dem Uebergangskalk; und die Lagerungs-Beziehungen zwischen diesem Kalkstein und den Porphyren von Moran und von la Magdalena scheinen die letzten bestimmt als nicht trachytisch zu bezeichnen. Weiter vorwärts, in vier oder fünf Stunden Entfernung von den Gruben von Moran, über Omitlan, durch die Savanen von Tinaxas, und durch einen großen Eichenwald gegen den Jacal, dessen westlichen Abhang der Oyamel oder Montagne des Couteaux (Cerro de los Navajas) bildet, betritt man ein Land, das, seinem geognostischen Bestande nach, von sehr neuen vulkanischen Wirkungen Zeugniß ablegt. Am Fuße des Oyamel zeigt sich ein graulichweißer, erdiger Porphyr, der Krystalle glasigen Feldspathes einschließt und fast dasselbe Streichen (denselben Winkel mit

dem Meridian, N. 30° W.) wie der, Silbererze führende, Porphyr hat, aber ein entgegengesetztes Fallen (75° nach S. W.). Die Pflanzendecke gestattet nicht die Lagerungs-Verhältnisse zu bestimmen zwischen den Felsarten des Oyamel und den Uebergangs-Porphyren der Silbergruben von Moran. Jene, die noch keinen Obsidian aufzuweisen haben, dienen einem Gestein zur Unterlage, das röthlichweiß ist, von perlmutterartigem, dem glasigen sich nähernden Glanze, eben im Bruche, zuweilen auch körnig, etwas glasigen Feldspath umschließt und in zahllose schmale, oft wellenförmig gebogene parallele Lagen abgeschieden erscheint. Diese Felsart ist ein porphyrähnlicher Perlstein, oder vielmehr ein trachytischer, nicht blasiger, nicht poröser, nicht zerklüfteter Porphyr mit Perlstein-Grundmasse. Ein solcher Uebergang aus einem steinigen Teige in eine Masse, zusammengesetzt von mit einander verbundenen, kugelförmigen Körpern, thut sich selbst in Lagern dar, welche man für den ersten Blick als aus Feldstein, oder aus mattem, grauem Kieselschiefer bestehend, ansehen würde. Den, nach der Längen-Richtung sehr ausgedehnten, Krystallen glasigen Feldspaths, finden sich im Teige jenes Gesteins weder schwarze Glimmer-Blättchen, noch Quarz-Körner beigesellt: Gemengtheile, welche man in den Perlsteinen von Tokay und Schemnitz in Ungarn wahrnimmt.

Die Menge Obsidians, umschlossen von den Porphyren des Berges des Couteaux, eine Erscheinung, wodurch sie dem Perlstein von Cinapecuaro näher treten, läßt keine Zweifel über das Vulkanische ihrer Natur. Sie bilden vereinzelte, nicht selten auch zu zweien verbundene, Berge mit senkrechten Schichten, durch ihr Aeußerliches an die Basalthügel und Trachytenberge der Euganeen erinnernd. Sind diese vulkanischen Massen dem Schooße der Uebergangs-Porphyre von Moran entstiegen, oder findet ein Uebergang Statt aus den einen in die andern? Sind die Felsarten von Oyamel den erzführenden Porphyren bloß aufgelagert, wie die Säulenbasalte von Regla? Ferner stellt man sich die Frage: ob die schwarzen, oft blasigen, Porphyre aus dem Thale von Mexiko (Peñol de los Baños), mit basaltischen Mandelsteinen überdeckt, von anderer

Entstehung seyen, als die Porphyre welche unter dem Alpenkalk sich verbergen (Totonilco el Grande). In dem nämlichen Thale von Mexiko (vom Tezcuco-See mehr in nördlicher Richtung nach Queretaro zu) sieht man, bei der Questa de Varientos, unter vulkanischem Mandelstein einen erdigen Porphyr hervortreten, braunlichroth, ohne Hornblende, aber reich an, in die Länge gezogenen, Krystallen glasigen Feldspathes. Auf der Fortsetzung der Schichten dieses Gesteines von trachytischem Ansehen ruhen die ältern und neuern Flötz-Formationen (Jurakalk, Gyps und Mergel mit Elephanten-Gebeinen, in 1170 Toisen Höhe), welche die Becken des Hacienda del Salto, von Batas und vom Puerto de los Reyes füllen. In zehn Meilen Entfernung, zu Lira, findet man Porphyr-Felsarten mit halb verglaster, olivengrüner Grundmasse, ohne Augit, außen überdeckt mit kleinnierenförmigem Hyalith. Diese Gesteine umschließen, außer Etwas Feldspath, auch Quarzkörner; zugleich enthalten sie kleine Lager von Obsidian. Ohne Zweifel gehören sie den Trachyten an (welchen in Ungarn der Quarz auch nicht gänzlich fremd ist). Wie werden wir aber nun die Lagen trachytischen Porphyres von denen der Uebergangs-Porphyre — ihrer unmittelbaren Unterlage — scheiden, wenn beide, bis auf die Beimengung von Obsidian und Perlstein, einen so ähnlichen Mineral-Bestand zeigen?

Dieß Schwierige wird gesteigert für den reisenden Gebirgsforscher, wenn er, in östlicher Richtung heraustretend aus dem Thale von Mexiko, den Gebirgskamm überschreitet, auf welchem die beiden Feuerberge von la Puebla emporsteigen, der Iztaccihuatl (Femme blanche, 2456 Toisen) und der Popocatepetl (Montagne fumante, 2770 Toisen). Die Porphyr-Gesteine, unfern der Venta de Cordova und des Rio frio zu Tag ausgehend, sind den Trachyten des noch entzündeten Grand-Volcan innig verbunden. Sie scheinen überdeckt von Bimsstein-Konglomeraten und von Perlsteinen mit Obsidian (zwischen Ojo del Agua und dem Fort von Perote); auf ihnen ruht (zwischen San Francisco Ocotlan, la Puebla de los Angeles, Totomehuacan, Tecali und Cholula;

zwischen Venta de Soto, El Pizarro und Portachuelo) eine mächtige Kalk-Formation, bald dicht und graulichblau, bald kleinkörnig und weiß, oder bunt. Dieser Kalk (ob Uebergangs- oder Alpenkalk?) gehört entschieden nicht der Flötzzeit an, wie dieß der Fall ist bei den häufigen Formationen von Muschelkalk, von Mergel und Gyps, welche man, in verschiedenen Theilen der Erdfeste, strichweise auf trachytischen Gebilden gelagert sieht. Herr Sonneschmidt hat, unfern Zimapan, Xaschi und Xacala, einen wahrhaften Uebergangskalk, schwärzlichgrau und sehr kohlenstoffhaltig, auf Porphyren ruhen sehen, durchaus denen ähnlich, welche, als dem mittleren Plateau von Neu-Spanien zustehend, oben beschrieben wurden. Einige Schichten dieser Porphyre von Zimapan, von Xaschi und Ismiquilpan umschließen einzeln in der Masse zerstreute Granaten, wie die porphyrartigen Grünsteine und die Perlsteine Ungarns, wie der dem (Uebergangs-?) Thonschiefer aufgelagerte Porphyr des bekannten Berges von Potosi. Sie werden von Gängen durchsetzt, welche die prachtvolle Abänderung des orangengelb gefärbten Opals führen, die wir, Herr Sonneschmidt und ich, unter dem Namen Feueropal kennen gelehrt haben, und die von Herrn Beudant, unter den Trachyten von Telkebanya wieder gefunden werden. Im Porphyr-Teige von Zimapan habe ich kleine strahlige Kugeln blaulichgrauen Perlsteines gesehen, in der Farbe dem sogenannten Porzellanjaspis ähnlich. Bis jetzt gebricht es uns an genüglicher Aufklärung über die Lagerungs-Beziehungen zwischen diesen Porphyren, welche man für trachytartig annehmen könnte, und jenen, die unter den großen Kalk-Gebilden gelagert erscheinen. Um Vieles leichter vermag man die erzführenden Porphyre und die Trachyte in künstlichen Klassifikationen zu scheiden, als bei Betrachtung der Berge selbst.

7. Gruppe der Porphyre von Guanaxuato. Es ist diese Gruppe, welche am deutlichsten das beziehliche Alter Mexikanischer Porphyre entscheidet, oder, um bestimmter zu reden, das maximum in ihren Alters-Verhältnissen, vorausgesetzt, daß die Porphyre, deren Lagerungs-Beziehungen wir angegeben, mit denen

von Guanaxuato einer und derselben Formation angehören. Das Aufgelagertseyn dieser Porphyre auf Felsarten, dem Uebergangs-Gebiete zugehörig, ist offenbar. Unfern des Pachtgutes de la Noria und in der Cañada de Queretaro ruht ein olivengrüner, schieferiger Porphyr, erfüllt mit mikroskopischen Krystallen glasigen Feldspathes, auf einem Uebergangs-Thonschiefer, der Lydischen Stein umschließt. Bei Guanaxuato, und zumal um Santa Rosa de la Sierra, zeigt sich diese Lagerung nicht minder deutlich. Die Porphyre des genannten Bezirkes haben im Allgemeinen eine gleichförmige Lagerung — ein paralleles Streichen und Fallen — mit den Schichten des Thonschiefers. Sie sind überaus erzreich, und der berühmte Gang von Guanaxuato (Veta Madre), mit dem Meridian denselben Winkel machend, wie die Gänge von Zacatecas, von Pasco und von Moran (N. 50° W.), wurde allmählig auf eine Erstreckung von 12000 Toisen und auf eine Mächtigkeit von 20 bis 25 Toisen abgebaut. Er hat in 230 Jahren über 180 Millionen Piaster Ausbeute geboten, und setzt zugleich in Porphyr auf und in Uebergangs-Thonschiefer. Die erste der genannten Felsarten bildet, ostwärts von Guanaxuato, riesenhafte Massen, aus der Ferne den seltsamsten Anblick gewährend, unter der Gestalt gewaltiger Mauern und Bollwerke sich darstellend. Diese Felsenkämme, senkrecht abgeschnitten und mehr als 200 Toisen hoch aus den nachbarlichen Ebenen hervortretend, tragen den Namen Buffas; sie führen keine Erze, scheinen emporgehoben durch Einwirkung gasartiger Flüssigkeiten und gelten den Mexikanischen Bergleuten, welche sie auch bei Zacatecas dem sehr erzreichen Uebergangs-Thonschiefer aufgelagert gefunden, als naturgemäßes Anzeichen des Reichthums dieser Gegenden. Umfaßt man die Porphyre der Buffa de Guanaxuato mit jenen der einst berühmten Gruben von Belgrado de San Bruno, von der Sierra de Santa Rosa und von Villalpando, aus einem und demselben Gesichtspunkte: so glaubt man in ihren neuesten Schichten Uebergänge in Gebirgs-Gesteine zu erkennen, welche in Europa, nach allgemeiner Uebereinkunft, den Trachyten beigezählt werden.

In der Umgegend von Guanaxuato herrschen die Porphyre mit Feldsteinteig, der span=, auch olivengrün gefärbt ist und blättrigen (nicht verglasten) Feldspath umschließt, theils in fast mikroskopischen Krystallen (Buffa), theils in sehr großen Krystallen (Gruben von San Bruno und von Tesoro). Zersetzte Hornblende, von welcher wahrscheinlich die Gesammtmasse dieser Felsen grün gefärbt wird, zeichnet sich nur durch unförmige Flecken aus. Nach der Sierra (Puerto de Santa Rosa, Puerto de Varientos) aufwärts steigend, findet man den Porphyr häufig in Kugeln mit konzentrischen Lagen abgesondert; seine Grundmasse wird schwärzlichgrün, halb verglast (Pechstein=Porphyr), und nimmt zugleich etwas krystallisirten Glimmer und Quarzkörner auf. Nahe bei Villalpando durchsetzen die goldführenden Gänge einen lauchgrünen Porphyr mit Phonolith=Grundmasse, in welcher man nichts wahrnimmt, als sparsame, sehr in die Länge gezogene Krystalle glasigen Feldspathes. Es ist ein Gestein, das kaum unterscheidbar ist vom trachytischen Porphyrschiefer: ich habe dasselbe mit erdigem, gelblichweißem Porphyr überdeckt gesehen (Grube von Santa Cruz) und mit einem alten Trümmer=Gestein (boca de la mina de Villalpando), dem offenbaren Stellvertreter des rothen Sandsteins, dessen untere Schichten in Grauwacke übergehen.

Die Porphyre der Aequinoktial=Gegend Mexikos umschließen, obwohl sehr spärlich, außer wenigen einzeln zerstreuten Granaten, Izmiquilpan und Xaschi), Zinnober (San Juan de la Chica; Cerro del Fraile bei la Villa de San Felipe; Gasave, am nördlichsten Ende des Thales von Mexiko); Zinnerze (El Robedal und la Mesa de los Hernandez; Alaunstein (Real del Monte, nach Herrn **Sonneschmidt**). Dieses letztere Mineral scheint jene porphyrartigen Gesteine den wahrhaften Trachyten noch näher zu bringen; wiewohl ich im südlichen Amerika (Halbinsel Araja, Cerro del Distiladero und de Chupariparu) einen Thonschiefer gesehen habe, welcher mehr dem Ur= als dem Uebergangs=Gebiete zugehört, von Gängen durchsetzt, deren Masse nicht Alaunstein war, sondern Alaun (alun natif), welchen die Indier auf den Märkten von

Cumana in Stücken von Zollgröße und darüber verkaufen. Der Zinnober der Porphyre von San-Juan de la Chica, die thonigen Lagen von Durasno, zugleich mit Steinkohlen gemengt und mit Zinnober und auf einem sehr hornblendereichen Porphyr ruhend, sind höchst denkwürdige Erscheinungen. Die Geognosten, welche, wie ich, mehr Gewicht legen auf die Lagerungs-Verhältnisse, als auf die oryktognostische Zusammensetzung der Felsarten, werden ohne Zweifel die Porphyre und die Thone des Durasno den Queckfilber-Niederlagen näher bringen, die in beiden Welttheilen das Gebilde des rothen Sandsteins und des Porphyrs darbietet (Zweibrücken, und Cuença, zwischen Quito und Loxa). Allenthalben sieht man die letzten Schichten des Uebergangs-Gebietes im innigen Verbande mit den ältesten Schichten der Flötzzeit.

Der berühmte, Silbererze führende, Gang von Bolaños hat sich am reichsten gezeigt in einem, dem Porphyr eingelagerten, Mandelstein. In Ungarn, in England, in Schottland und selbst in Deutschland gehören Mandelsteine und Porphyre zugleich dem Grauwacken an, dem Thonschiefer und Uebergangs-Kalk, und dem rothen Sandstein, oder dem Kohlen-Sandstein. Der erzführende Porphyr von Guanaxuato überdeckt blos den Thonschiefer: er setzt nicht zugleich untergeordnete Lager darin zusammen (wie in der Gruppe §. 22); aber ein Syenit, ähnlich dem, welchen man in der Gruppe von Valenciana sieht mitten im Uebergangs-Thonschiefer, wechselt zu tausend Malen, auf einer Fläche von mehr als 20 Geviert-Meilen, mit Uebergangs-Grünstein (zwischen der Grube Esperanza und dem Dorfe Comangillas). In dieser Gegend zeigt sich das syenitische Gestein frei von Erzen; aber zu Comanja ist es silberführend, gleich den Syeniten in Sachsen und in Ungarn.

b. In der südlichen Erdhälfte. Zwischen dem 5ten und 8ten Breite-Grade habe ich syenitische Gesteine, innig unter einander verbunden, den östlichen und westlichen Abhang der Andes bedecken sehen. Diese Felsarten ruhen theils auf einem (Uebergangs-?) Thonschiefer, von Silber-Gängen durchsetzt (Mandor, El Pareton); theils, wenn der Thonschiefer fehlt, auf Granit.

Die einen sind bald in riesenhafte Säulen abgesondert (Paramo de Chulucanas), bald sehr regelrecht geschichtet (Sondorillo). Ihre schwarze Grundmasse ist fast basaltisch; sie umschließen mehr Augit, als Feldspath, und wechseln (Quebrada de Tacorpo) mit Jaspis-Lagen und mit Lagen von Feldstein. Der Letztere, frei von allen eingemengten Krystallen, ist schwarz, wie der Lydische Stein, und erinnert, durch Farbe und Gleichartiges, an gewisse Basanite alterthümlicher Denkmale. Andere Porphyre (N.^{tra} S.^{ra} del Carmen, nordwärts vom Indischen Dorfe San Felipe) haben ein weniger trachytisches Ansehen; sie zeigen reiche Silbergänge und sind bald mit drei bis vier Toisen mächtigen Quarzlagern überdeckt, bald mit einem (Alpen-?) Kalkstein, der dicht ist, schwärzlichblau, durchzogen von kleinen Kalkspath-Gängen und erfüllt mit versteinten Muscheln, Hysterolithen, Anomien, Cardium, und mit Bruchstücken großer Nautilite oder Ammonite (coquilles polythalames). Beim Herabsteigen nach Tomependa, am Ost-Abhange der Andes und längs des Ufers des Amazonen-Stromes, fand ich, zwischen Sonanga und Chamaya, den alten Sandstein (Todtes Liegendes) auf einem erdigen, grauen Porphyr gelagert, der, gleich jenem von Pucara, viel Hornblende umschließt und wenig gemeinen Feldspath. Auf dem östlichen Abhange der Andes, den Küsten des Südmeeres näher, trifft man (zwischen Namas und Magdalena) Porphyre ganz frei von Hornblende; auf ihnen ruht die große Quarz-Formation, welche in dieser Gegend den rothen Sandstein vertritt. Ich habe weiter oben angegeben (§. 18), daß jener Porphyr, weit entfernt der Urzeit anzugehören, mir vielmehr als ältester der Uebergangs-Porphyre erscheint. Dieser Ausspruch konnte nicht als entschieden wahr gegeben werden; denn zwischen Ayavaca, Zaulaca, Yamoca (§. 8) und Namas (Provinz von Jaen de Bracamoros und Intendanz von Truxillo), ist es sehr schwierig mit Sicherheit das Alter der Granite, der Syenite und der Thonschiefer zu bestimmen, auf welchen die Uebergangs-Porphyre ruhen und die trachytischen Porphyre. In Fällen, wo die Ueberlagerungs-Beziehungen nicht genüglich bekannt sind, darf man nur sehr

vorsichtig aburtheilen über ein Gebiet von so verwickelter geognostischer Beschaffenheit.

B. Gruppe Ungarns.

Es ist das Gebiet des Syenits und des porphyrartigen Gesteins, welches den vorzüglichsten Erzreichthum Ungarns und Siebenbürgens umschließt (Schemnitz, Kremnitz, Hochwiesen und Königsberg; Bannat, Kapnik und Nagyag). Wir werden die Kenntniß dieses Gebietes nach den schönen, noch ungedruckten, Beobachtungen des Herrn **Beudant** darlegen. Das Ungarische Gebiet ist um Vieles weniger einfach, als das Mexikanische, mit welchem es übrigens große Uebereinstimmungen zeigt. Die Felsarten, seine Hauptmasse zusammensetzend, sind porphyrartige Gesteine, deren Teig ein grüngefärbter Feldstein ist; sie umschließen, wie die Porphyre Amerikas, deren Beschreibung bereits mitgetheilt worden, Hornblende, und sind fast frei von Quarz. Die letztere Substanz zeigt sich nur in den untergeordneten Lagern von Syenit, von Granit, von Gneiß und von dichtem Grünstein, in welche das porphyrartige Gestein übergeht. In Neu-Spanien zeigen die, Gold- und Silbergänge führenden, Porphyre einen scheinbar gleichartigen, meist schwach gefärbten Teig: in Ungarn herrschen nicht sowohl die eigentlichen Porphyre, als vielmehr die porphyrartigen Grünsteine. Nach bloßer oryktognostischer Betrachtung, das heißt den Bestand berücksichtigend, ähnelt das goldführende Gebiet Ungarns weit mehr der Mexikanischen Formation von Ovexeras — in welcher Syenite und mehr oder weniger porphyrartige Grünsteine wechselnd erscheinen, — als den gewaltigen Porphyrmassen, in denen die berühmten Gänge von Pachuca, von Real del Monte, Moran und Guanaxuato (südostwärts der Grube von Belgrado) aufsetzen; allein, geognostisch genommen, bilden alle diese Porphyr- und Syenit-Gesteine — die Mexikanischen, wie jene aus Ungarn — nur eine einzige Formation, bald einfach, bald zusammengesetzt (d. h. mit Wechsel-Lagerung).

Die porphyrartigen nnd die syenitischen Fels-Gesteine Ungarns, die dichtesten, wie die sehr gemengten, umschließen kohlensauren Kalk

und brausen mit Säuern auf. Dieß Merkmal findet sich wieder bei den, auf ähnliche Weise gelagerten, Felsarten in Ungarn; aber nicht bei den, auf ihnen ruhenden, Trachyten. Der glasige Feldspath ist bei weitem seltener in den Ungarischen Porphyren mit Grünsteinbasis, als bei den Mexikanischen; er findet sich nur (Hochwiesen, Bleihütte) in den oberen erdigen Schichten, zumal da, wo das trachytische Gebiet anfängt. Das Magneteisen tritt in großer Häufigkeit auf, sobald die Hornblende sich in sehr regelrecht ausgebildeten Krystallen zeigt; die Granaten (welche wir bereits weiter oben angeführt haben, bei den Mexikanischen Porphyren von Zimapan und bei denen von Potosi, auf dem östlichen Abhang der Andes von Peru) durchdringen die Hornblende-Krystalle bis zur Hälfte. Obgleich in der großen Formation der Syenite und porphyrartigen Grünsteine Ungarns die verschiedenartigen Abänderungen der Felsgesteine häufig gegenseitige Uebergänge zeigen, so nimmt man dennoch im Allgemeinen folgenden Typus von Verbindung und Ueberlagerung wahr: die untere Abtheilung des ganzen Systems wird von groß- und kleinkörnigen Syeniten gebildet, die in talkigen Granit übergehen (Hodriz) und in Gneiß; die mittlere Abtheilung besteht bald aus dichtem Grünstein mit schwarzem Teige und fast ohne eingemengte Krystalle, bald aus Porphyr-Gesteinen mit einer Feldspath-Grundmasse, oder aus einem Gemenge von Feldspath und Hornblende, in welchem Krystalle von gemeinem (blätterigem) Feldspathe, von Hornblende, etwas Glimmer und wenige Granaten sehr sparsam auch Quarz erscheinen; die obere Abtheilung macht ein erdiger, porphyrartiger Grünstein aus, der vorzugsweise goldführend ist. Nur diese letztere Lage nimmt zuweilen glasigen Feldspath auf, ferner Laumontit, Glimmer und (wie in Aequinoktial-Amerika) Gänge von rothem Jaspis. In den erdigen Grünsteinen, welchen eine mehr einfache Struktur zusteht, weil sie nicht wechselnd sich finden mit Uebergangs-Syenit, Granit oder Gneiß, trifft man (Glashüttethal) dichte, dem Basalte ähnlich gestaltete, Massen (in Säulen abgesondert) und einen porphyrartigen Grünstein mit einem Teige von hornblendigem Feldspath. Dieser Grünstein um-

schließt sehr kleine Hornblende-Nadeln, zahlreiche Blättchen schwarzen Glimmers und Drusen von weißem und rothem Quarze.

Die, der großen Formation von Syenit und porphyrartigem Grünstein in Ungarn untergeordneten, Lager sind: Glimmerschiefer (Thal von Eisenbach); dichter Quarz, bald blätterig und glimmerreich, bald körnig, theilweise in einen matten, im Bruche ebenen, Feuerstein (silex) übergehend (westliches Bassin von Schemnitz); talkiger Kalk (calcaire stéatiteux), schwefelgelb, grünlich oder röthlich, mit, in der Masse zerstreuten, Granaten und begleitet von Serpentin (Hodritz). Dieses ganze System syenitischer und porphyrartiger Gesteine ist durchaus deutlich geschichtet, in Ungarn sowohl, als in Mexiko; allein im ersten der beiden Lande finden sich Streichen und Fallen der Schichten nur in derselben Berggruppe gleichartig. Die Natur des Gebildes, auf welchem die Syenite und porphyrartigen Grünsteine Ungarns ruhen, ist nicht leicht mit Verlässigkeit bestimmbar. Herr **Beudant** sieht jene Unterlage für jünger an, als die Grauwacken, die in Ungarn sich da nicht entwickelt haben, wo die porphyrartigen Grünsteine herrschen. Die Talkschiefer, wechselnd mit graulichen, krystallinischen Kalksteinen, und wahrscheinlich dem ältesten Uebergangs-Gebilde zugehörig, betrachtet jener gelehrte Gebirgsforscher, eben so wie Herr **Becker**, als Unterlage der Syenit- und Porphyr-Formation Ungarns. Dieß wäre eine Uebereinstimmung mehr, welche die fragliche Formation mit dem gleichnamigen Gebilde in Mexiko darböte. In Ungarn, wie auf dem neuen Kontinente, sind die Porphyre, die Syenite und die Grünsteine unmittelbar von Trachyten überdeckt und von trachytischem Trümmer-Gestein mit Obsidian und Perlstein. In Auvergne (Mont-d'or, Cantal), auf den Griechischen Eilanden (Argentiera, Milo, Santorino) — von einem trefflichen Beobachter, dem Herrn **Hawkins**, untersucht —, auf Unalaska endlich — neuerdings erforscht durch Herrn von **Chamisso** und bei Gelegenheit der Reise des Herrn Kapitän **von Kotzebue** — sind dieselben Lagerungs-Beziehungen zwischen den Trachyten und den Uebergangs-Porphyren bemerkbar. Am Berge von Kasbeck, in der Kaukasischen Kette,

umschließt ein, mit Uebergangs-Granit, Gneiß und Thonschiefer wechselnder, Syenit auch glasigen Feldspath: er trägt selbst in einigen Schichten alle Abzeichen eines porösen, trachytischen Porphyres. So sehen wir, auf den entlegensten Punkten der Erdfeste, in Amerika, Europa und Asien, die Porphyre schwanken zwischen den Uebergangs-Felsarten und sehr alten vulkanischen Gesteinen.

C. Sächsische Gruppe.

Es ist hier die Rede nicht von dem Porhyr, welcher — wie zu Friedrichswalde und im Seidwitzgrund —, in Gemeinschaft mit Grünstein und schwärzlichgrauem Kalkstein, untergeordnete Lager zusammensetzt im Thonschiefer der Uebergangs-Zeit (§. 22); sondern von der großen Syenit- und Porphyr-Formation, die Werner mit dem Namen Haupt-Niederlage bezeichnete. Dieser berühmte Gelehrte unterschied vier Porphyr-Gebilde: das erste, Lager (oder vielmehr Gänge?) bildend im Gneiß und im Ur-Glimmerschiefer; ein zweites, mit Syenit wechselnd; das dritte, dem Kohlen-Sandstein zugehörig, und Grünsteine, Pechsteine und achatführende Mandelsteine umschließend; das vierte endlich (vulkanischen) Trapp-Gesteinen eingelagert. Diese vier Gebilde, deren erstes wahrscheinlich keine selbstständige Formation ausmacht, sind, wie ich bereits an einem andern Orte dargethan[1], die den Ur-Felsarten eingelagerten Porphyre, die Uebergangs-Porphyre, die Flötz-Porphyre und die Trachyte (Trapp-Porphyre). Die Haupt-Niederlage von Porphyr und Syenit in Sachsen ruht auf Uebergangs-Thonschiefer (mit Grauwacke), und folglich da, wo die Entwickelung des Thonschiefers nicht erfolgt ist, auf Felsarten noch höhern Alters. Der Syenit, welcher mit Porphyr wechselt (Meißen, Leuben und Prasitz; Suhl), geht in Granit und Gneiß über. Dieser Uebergangs-Granit ist im Allgemeinen großkörnig; er besteht aus röthlichem Feldspath, aus rauchgrauem Quarz, und aus regelrecht krystallisirtem, schwarzem

---

1 Voyage aux régions équinoxiales, Tom. I, p. 155.

Glimmer (Dohna, Posewitz und Wesenstein). Der Uebergangs-Gneiß (Meissen) ist weit seltener, als der Granit; er setzt Lager in Syenit zusammen, so wie auch der weiße körnige Kalk (Naundorf) und ein, in Basalt übergehender, Grünstein (Wehnitz) Lager darin bilden. Die Gegenwart der Syenit-Formation, welche im Plauischen Grunde, wie in Norwegen, einzelne Zirkon-Krystalle eingemengt enthält, thut sich oft nur durch Granit-Lager dar; denn das häufige und örtliche Vertreten des Glimmers durch Hornblende, und der Hornblende durch Glimmer, bezeichnet die syenitische Formation, welche vorzugsweise reich sich zeigt an braunem Sphen (Titanit, Braunmenakanerz), der ein Titan- und Kalk-Silikat ist. Der nicht geschichtete Porphyr Sachsens hat im Allgemeinen eine rothe, grauliche und thonige Grundmasse (Thon-Porphyr, Ergebniß der Zersetzung des Feldsteins); nach Herrn Boué erhält diese Grundmasse zuweilen, wie im Tharandter Thal, das Ansehen des Klingsteins (Phonolith). Dieser Porphyr enthält fast keine Hornblende und ist nicht frei von Quarz, wie die Mexikanischen und Ungarischen Porphyre. Man trifft darin gemeinen Feldspath, Quarz in Bipyramidal-Dodekaedern (sechsseitige Doppel-Pyramiden), zuweilen auch etwas Glimmer. Die Gruppe der Porphyre und Syenite Sachsens ist wenig metallreich; der in mächtige Schichten abgetheilte Syenit von Scharfenberg führt Silbergänge, und der Porphyr von Altenberg enthält zuweilen Zinn.

Im Plauischen Grunde, unfern Dresden, findet sich das Gestein, welchem Werner zuerst die Benennung Syenit beigelegt, verleitet durch die irrige Meinung, alle Aegyptischen Obelisken, in Rom aufbewahrt, enthielten Hornblende. Herr Wad hat dargethan[1], daß diese Obelisken, deren schönster, mineralogisch genommen, jener von der Piazza Navona ist, aus wahrhaftem Granit bestehen, mit schwarzem, zusammengehäuftem, Glimmer ohne Hornblende. Und in der That gibt es um Syene keine vollständige

1 Foss. ægypt. musei Bergiani, 1794, p. 6 et 48; Zoega de Obeliscis, p. 648.

Formation von Syenit und Uebergangs-Porphyr; sondern der dortige, primitive Granit — vielleicht von nicht sehr alter Formation — enthält Hornblende, zerstreut in untergeordneten Lagern, die von unbedeutender und wenig paralleler Erstreckung sind (wie am Orinoko; wie am Spitzberg unfern Krummhübel in Schlesien und bei Wiborg in Finnland). Für den geognostischen Systematiker ist die Felsart von Syene ein, Hornblende führender, Granit, und kein Syenit. Einige Bruchstücke jenes Gesteins, welche man zerstreut findet unter Aegyptischen Denkmalen, haben **Wernern** getäuscht durch die oryktognostische Uebereinstimmung mit den Gebirgsarten des Plauischen Grundes.

Porphyr- und Syenit-Formationen, denen von Sachsen durchaus ähnlich und auf Uebergangs-Thonschiefer und Grauwacke gelagert, trifft man im Thüringerwalde; nach Herrn **Boué**, in Mähren (zwischen Blansco, Brünn und Znaim); nach Herrn **Roziere**, auf der Halbinsel des Bergs Sinai. Diese letzteren verdienen besonders Beachtung. Schieferige und sandsteinartige Uebergangs-Felsarten bedecken einen Theil des steinigen Arabiens. Aus der Mitte dieser Gebirgs-Gesteine, Konglomerate umschließend mit Granit und Porphyr-Bruchstücken (brèche universelle d'Egypte der Alterthumskundigen), treten Syenite hervor und Porphyre mit kieseligem Feldsteinteig, Krystalle blätterigen Feldspathes enthaltend, etwas Hornblende und, nach Herrn **Burckhardt**, auch Quarz. Die Porphyre liegen im Allgemeinen tiefer als der Syenit, und dieser letztere, aus dem wahrscheinlich die **Gesetzes-Tafeln** bestehen, die man zu Djebel Mousa vergraben glaubt, wird von dichtem schwärzlichem Grünstein begleitet (Meeresbusen von Akaba) und von Grünstein-Porphyr. Dieses ganze Gebiet des steinigen Arabiens, von woher mir zahlreiche Handstücke zur Untersuchung geboten waren, hat die überraschendste Aehnlichkeit mit dem Porphyr- und Syenit-Gebilde von Oveyeras und von Guanaxuato in Mexiko. Setzt man, mit Herrn **Roziere**, das Wort Sinait an die Stelle von Syenit, so würde man das Uebergangs-Gestein, aus Hornblende und Feldstein zusammengesetzt, und bisweilen Etwas

Quarz und Glimmer eingemengt enthaltend, mit einem genauen geographischen Namen bezeichnet haben: einem Namen, der, wie der Ausdruck Jurakalk, nicht allein die Verhältnisse des Bestandes angedeutet hätte, sondern auch die Lagerungs-Beziehungen.

D. Gruppe Norwegens.

§. 24. Es ist dieß das Gebilde von zwei berühmten Gebirgsforschern, den Herren **Hausmann** und **L. v. Buch**, beschrieben; dasselbe, in welchem die Formation des Granits, jünger als kalkige, mit Resten organischer Wesen erfüllte Gesteine, sich am besten entwickelt hat, und durch das folglich die wahrhafte Natur der Uebergangs-Felsarten ganz vorzüglich aufgehellt worden. Man hatte zuerst diese Klasse von Gesteinen nur als ein Verbundenes von Grauwacke, von kohlenstoffhaltigem Schiefer und von schwarzem Kalke angesehen; nach und nach gewann man die Ueberzeugung, daß die große Masse von Porphyren, lange Zeit hindurch mit dem Namen primitiver Porphyre bezeichnet, theils dem Uebergangs-Gebilde angehören, theils selbst dem rothen Sandstein. Man stellte mit den Uebergangs-Porphyren die Syenite von Meissen zusammen; allein obgleich letztere die Hornblende verlieren, und unmerklich in Uebergangs-Granit sich verlaufen (Dohna), so hat dennoch die Allgemeinheit der Erscheinung, das neue Auftreten granitischer Felsarten, durchaus ähnlich den Ur-Gesteinen und zugleich schwarze, Augite führende, Porphyre überdeckend und Orthoceratiten-Kalke, die Aufmerksamkeit der Geognosten erst dann recht anzuregen begonnen, als die Ufer des Meerbusens von Christiania nach allen ihren denkwürdigen Beziehungen der Ueberlagerung beschrieben worden.

Die Zirkone, wodurch die Syenite von Holmstrand und von Stromsoe so berühmt geworden, finden sich in großer Häufigkeit in den Syeniten des südlichen Grönlands (nach Herrn **Giesecke** beim Kap Comfort, zu Kittiksut und zu Holsteensberg); sie sind auch in sehr kleinen Theilen zerstreut in den Syeniten von Meissen und in denen des Plauischen Grundes. In andern Gegenden ge-

hört jene Substanz vielmehr den Ur-Felsarten an (zum Beispiel dem Gneiß): denn, obgleich der Zirkon, das titanhaltige Magneteisen, der Sphen (Titanit), Epidot, glasiger Feldspath, Chiastolith, Lydischer Stein, Diallagon, die Hornblende und der Augit vorzugsweise gewisse Formationen begleiten, so darf man dennoch solche Verbindungen nicht als Merkmale von unbedingtem Werthe ansehen. Die Anhäufung der Zirkone in den Syeniten von Christianiafiord ist, in Beziehung geognostischer Fragen, bei weitem weniger denkwürdig, als die Menge kleiner leerer Räume, so wie das Höhlenvolle und Zerborstene der Struktur jener Uebergangs-Syenite, die den basaltischen und augitführenden Porphyren verbunden sind. Seitdem — durch die zahlreichen Uebereinstimmungen, welche zwischen dem Porphyr- und Syenit-Gebilde von Christiania und den Uebergangs-Gebilden des Kaukasus, Ungarns, Deutschlands, des westlichen Frankreichs, Grönlands und Mexikos wahrgenommen worden — die Geognosten sich nicht mehr überrascht finden, daß feldspathige und krystallinische Gesteine der Grauwacke folgen und dem mit Entrochiten und Orthoceratiten erfüllten Kalksteine, seitdem beginnt das Auftreten derselben krystallinischen Felsarten im ältesten Gliede aus der Reihe der Flötz-Gesteine mehr Aufmerksamkeit anzuregen. Man hat die Ueberzeugung erlangt, daß in beiden Erdhälften krystallinische Massen, aus Feldspath und Hornblende bestehend, oder aus Feldspath und Augit, zwischen dem vulkanischen und dem Uebergangs-Gebilde und zwischen dem rothen Sandstein schwanken. Dieses Schwanken, dieses Eingeschichtetseyn räthselvoller Fels-Gesteine, welche man geneigt seyn könnte, als Wirkungen allmähligen Durchdringens von unten nach oben zu betrachten, sprechen für das innige Verbundenseyn zwischen den neuesten Lagen aus dem Uebergangs-Gebiete und zwischen den ältesten Lagen der Flötz-Felsarten und den vulkanischen Erzeugnissen. Im südlichen Theile Tyrols scheinen Granit-Massen und Massen von syenitischem Porphyr selbst aus dem rothen Sandstein in den Alpenkalk hinauszutreten; und diese denkwürdigen Thatsachen des Wechselns, in Verbindung mit so vielen andern bereits früher

bekannt gewordenen, dürften von der einen Seite der Abscheidung des Kohlen-Sandsteines von den Porphyren und vom Uebergangs-Gebiete widerstreiten; von der andern aber der geschichtlichen und zu ausschließlichen Benennung der auf feurigem Wege entstandenen Gebilde.

Die große Formation der Porphyre, der Syenite und der Granite Norwegens ruht auf einem Gebilde von Uebergangs-Thonschiefer, der wechselnde Schichten von schwarzem Kalk, von Lydischem Stein und vielleicht — denn in dieser Beziehung ist die Lagerung minder deutlich — selbst von Granit einschließt. Der schwarze Kalkstein (Aggerselv, Saasen) ist erfüllt mit Orthoceratiten, von mehreren Fuß Länge, mit Entrochiten, Madreporen, Pektiniten, und führt auch, wiewohl seltener, Ammoniten. Gänge von Porphyr und von porphyrartigem Grünstein, zwei bis 15 Toisen mächtig, durchsetzen den Thonschiefer und den Kalkstein (Skiallebjerg) und verkündigen auf solche Weise gleichsam die ähnlichen Porphyrmassen, welche nicht unmittelbar auf dem Thonschiefer ruhen, sondern auf einem sandsteinartigen Gestein (Grauwacke) womit der Thonschiefer überdeckt ist. Zwischen Stromsoe, Maridal und Krogskovn setzt die Grauwacke, statt sich auf Lagern im Thonschiefer zu finden, dem sie angehört (§. 22), gewissermaßen eine obere Schicht desselben zusammen, so, daß man hier von unten nach oben aufeinander folgen sieht: Ur-Gneiß; Uebergangs-Thonschiefer wechselnd mit Orthoceratitenkalk; Grauwacke; Porphyr mit untergeordneten Grünstein-Lagern; Granit; endlich Zirkon-Syenit wechselnd mit einigen Porphyr-Schichten. Unfern Skeen und Holmstrand hat sich der Orthoceratiten-Kalk so mächtig entwickelt, daß der Thonschiefer hier gänzlich fehlt; die Grauwacke wird durch ein Gestein aus glimmerigem Quarz vertreten. Man findet von unten aufwärts: Ur-Gneiß; Uebergangs-Kalk; Quarzfels; Porphyr, dessen untere Lagen ein Mandelstein bildet; Zirkon-Syenit. Die Porphyre von Christianiafiord, Einseihungen kohlensauren Kalkes enthaltend, sind im Allgemeinen röthlichbraun: sie haben mitunter sehr in die Länge gezogene Krystalle blätterigen Feldspathes, und sind fast frei von

Quarz und Hornblende. Der krystallinische Quarz zeigt sich nur zwischen Angersklif und Revo. Der Porphyrteig wird mitunter schwarz und blasig (Viig, Holmstrand). So beschaffen, ähnelt die Felsart dem Basalt, wie der Syenit von der Halbinsel des Berges Sinai; sie schließt Augit-Krystalle ein. Herr **von Buch**, dem wir die Beobachtung aller dieser wichtigen Thatsachen verdanken, sagt, daß die Feldspath-Krystalle allmählig verschwinden, so wie sich die Masse mehr schwarz färbt: eine Thatsache, welche auch verschiedene Uebergangs-Porphyre mir gezeigt haben. Der Mandelstein, dessen in die Länge gezogene Blasenräume mit Kalkspath erfüllt sind, und welcher die untere Schicht der Norwegischen Porphyre von Skeen und Klaveneß ausmacht, erinnert an den Mandelstein des Porphyrs von Bolaños (Mexikanische Provinz in Neu-Gallicien), der von einem der reichsten Silbergänge durchsetzt wird. Die Syenite von Christianiafiord, stets gelagert über den Porphyren, obwohl sie anfangs mit ihnen im Wechsel sich zeigen, bestehen (Waringskullen, Hackedalen) aus vielen großen Krystallen rothen Feldspathes und aus wenig Hornblende in sehr kleinen Krystallen. Glimmer und Quarz treten nur zufällig darin auf. Manche kleine eckige Höhlungen in Syenit lassen Krystalle von Zirkon wahrnehmen und von Epidot. Das Eisentitan (titane ferrifère), in beiden Erdhälften dem Ur-Serpentin und den Trachyten zustehend, findet sich mitunter eingesprengt in der Masse der Syenite und Zirkone.

VI. Uebergangs-Euphotid (Gabbro).

§. 25. Es muß hier dieselbe Unterscheidung eintreten, wie bei den Syeniten, nämlich: jene in untergeordnete Lager und in selbstständige Formationen. Die Serpentin-Lager finden sich am häufigsten in Weißstein (§. 4), im Ur-Glimmerschiefer (§. 11.) und im Thonschiefer der Uebergangszeit (§. 22). Was die selbstständigen Euphotid- (Gabbro-) Gebilde betrifft, denen häufig eine höchst verwickelte Struktur zusteht, so lassen sich deren wenigstens zwei aufzählen, selbst wenn man die nicht bedeckte und ziemlich zweifelhafte For-

mation von Zöbliz in Sachsen ausschließt. Die erste jener selbstständigen Formationen liegt (§. 19) an der Grenze der Ur- und Uebergangs-Gebilde: es ist dieselbe, welche durch Herrn von Buch in Norwegen nachgewiesen worden (Maggeroe, Alten) und durch Herrn Beudant in Ungarn (Dobschau). Die zweite Formation gehört den neuesten Uebergangs-Gebilden an: sie nimmt ihre Stelle ein auf der Grenzscheide der Uebergangs- und Flötz-Felsarten. Als noch neuern Ursprungs hat man den, der Ophit-Formation verbundenen, Euphotid angesehen, der durch Herrn Palassou in den Pyrenäen (Thal von Baigory, Riemont) beobachtet ward und in dem Departement des Landes. Aber dieser Ophit ist ein Grünstein, ein inniges Gemenge aus Feldspath, Epidot und Hornblende, dem Serpentin-Bänke eingeschichtet sind (Pousac); er geht, durch Aenderung in dem Menge-Verhältnisse der bildenden Stoffe, bald in Syenit über, bald in Schrift-Granit. Herr Boué, welcher diesen Ophit neuerdings an Ort und Stelle untersucht hat, glaubt ihn als eine Uebergangs-Formation ansehen zu müssen, bedeckt mit buntem Sandstein, mit Thon und mit Flötz-Gyps.

In Aequinoktial-Amerika scheint die große Euphotid-Formation — diejenige, welche als letztes Glied in der Reihe der Uebergangs-Gesteine auftritt — fast stets, wie in Piemont zwischen dem Berge Cervin und dem Breuil, Hornblende-Gesteinen verbunden. Auf dem nördlichen Abhange der Llanos von Venezuela, die mit rothem Sandstein überdeckt sind, sieht man, zwischen Villa de Cura und Malpasso, gewaltige Serpentin-Massen auf einem grünen Thonschiefer ruhen und auf Uebergangs-Kalk; zuweilen erscheinen sie selbst unmittelbar auf Ur-Gneiß. Ein kleinkörniger Grünstein setzt zugleich im Thonschiefer und im Serpentin Lager zusammen. Der letztere hat zuweilen selbst Feldspath- und Hornblende-Theile eingemengt. Die grau und blau gefärbten Schiefer, der Grünstein, der schwarze Kalk und der Serpentin, von Kupfererz-Gängen durchsetzt, machen nur ein einziges Gebilde aus, das mit Augit führendem Mandelstein und mit Phonolith überdeckt und beiden innig verbunden ist. An einem andern Orte habe ich die Beschreibung dieses denkwür-

digen Lagerungs-Verhältnisses der serpentinischen Felsarten von Venezuela mitgetheilt.[1]

Auf dem Eilande Cuba scheidet die Havana-Bucht den Jurakalk von einem Euphotid-Gebilde, dessen unterste Lagen nicht mit Grünstein wechseln, sondern mit wahrhaftem Uebergangs-Syenit, aus vielem weißen Feldspath bestehend, aus zersetzter Hornblende und aus wenigem Quarz. Die wechselnden Schichten von Serpentin und Syenit haben bis drei Toisen Mächtigkeit; die oberste Lage dieses gemengten Gebildes ist Serpentin und bildet Hügel von 30 bis 40 Toisen Höhe. Sie führt viel metallisirenden Diallagon, und wird von Gängen durchzogen, die mit schönem Chalzedon erfüllt sind, mit Amethyst und mit Kupfererzen. Das Gestein ist regellos geschichtet (gruppenweise, N. 55° O.; Fallen unter 60° nach S. W., oder N. 90° O.; Fallen unter 50° in N.). Es entspringen Erdöl-Quellen daraus und Wasser mit geschwefeltem Wasserstoffgas geschwängert.

Diesem nämlichen Uebergangs-Euphotid-Gebilde (§. 25) scheint die Schottländische Formation (Girvan und Bellantrae) anzugehören, welche, nach Herrn **Boué**, aus Serpentin, aus Hypersthen-Felsarten und aus Syenit zusammengesetzt ist, deßgleichen die berühmte Formation im Florentinischen (Prato, Monteferrato), beschrieben von den Herren **Viviani**, **Bardi**, **Brocchi** und **Brongniart**. Der Hypersthen vertritt häufig die Hornblende (Schottland und Gernerode in Deutschland). Was die Euphotide im Florentinischen angeht, so sind solche neuerdings ein Gegenstand wichtiger Untersuchungen geworden. Sie umschließen Bänke von röthlichem, zuweilen bandartig gestreiften Jaspis, und scheinen, der Ansicht des Herrn **Brocchi** zu Folge, wie die Steyermärkischen, Grauwacken anzugehören und Uebergangs-Kalksteinen. Herr **Brongniart** ist der Meinung, daß das Sandstein-Gebilde, oder, wie er dasselbe nennt, das kalkig-psammitische Gebiet der Apenninen, den, Jaspisse führenden, Euphotiden als Unterlage dienend, eine sehr alte

---

1 Voyage aux régions équinoxiales de l'Amérique, chap. XVI.

Flötz-Felsart sey, oder ein sehr jugendliches Uebergangs-Gestein. Jener Gelehrte hat das innige Verband nachgewiesen zwischen den Serpentinen Italiens und dem Jaspis-Gebilde. Letzteres setzt im Allgemeinen die unterste Schicht der Euphotiden zusammen.

Hier schließt sich die Reihenfolge der Uebergangs-Formationen. Wir haben ihre Beschreibung mit mehr Ausführlichkeit abgehandelt, weil, indem beim Versuche, sie nach einer neuen Klassifikation in Gruppen darzustellen, wir zugleich beabsichtigten die Aufmerksamkeit der Geognosten auf verschiedene Lagerungs-Phänomene zu leiten, welche die, wenig bekannten, Berge Mexikos und des südlichen Amerika darbieten.

Flötz-Gebiet.

I. Große Steinkohlen-Niederlage, rother Sandstein und Flötz-Porphyr. (Mandelstein, Grünstein und Pechstein).

II. Zechstein (Alpenkalk, magnesian limestone), zuweilen dem rothen Sandstein eingelagert. (Wasserhaltiger Gyps, Steinsalz).

III. **Wechselnde, sandsteinartige und kalkige Niederschläge** (mergelige und rogensteinartige) **zwischen dem Zechstein und der Kreide gelagert.** — Wir beschränken uns darauf, hier nur die beiden, einander rücksichtlich der geognostischen Beziehungen ungemein ähnlichen, sehr alten Typen namhaft zu machen, und beginnen jede Reihenfolge mit den ältesten Gesteinen.

1ster Typus.

Bunter Sandstein (grès bigarré à oolithes) und **Thon** mit Fasergyps und Spuren von Steinsalz.

Muschelkalk (Kalkstein von Göttingen).

Quader-Sandstein.

Jurakalk in verschiedenen Bänken, poröser und Höhlenkalk; mergeliger Kalk mit Gebeinen von Ichthyosauren (lias);

Ausschließlich vulkanische Gebilde.

I. **Trachytische Formationen.**

Granitische und syenitische Trachyte.

Porphyrartige Trachyte (feldspathige und augitische).

Phonolithe der Trachyte.

Halbverglaste Trachyte.

Perlstein mit Obsidian.

Trachytische Mühlensteine (meulières trachitiques), blasig, mit kieseligen Einmengungen.

(Trachytische und bimssteinartige Konglomerate, mit Alaunstein, Schwefel, Opal und Holzopal).

II. **Basaltische Formationen.**

Basalte mit Olivin, Augit und etwas Hornblende.

Folge des Flötz-Gebietes.

Rogensteine; Kalk mit Madreporen und Korallen (coral rag); Kalk mit fossilen Fischen und Krebsen.

Thon mit Braunkohle.

Sandstein und **grüner Sand** (grès et sables verts — craie chloritée) oder **Plänerkalk.**

2ter Typus.

Red marl, Mergel-Gebilde mit Gyps und Steinsalz.

Oolithen-Gebilde, dessen untere Bank der lias ist.

Grüner Sand (green sand), die craie chloritée vertretend.

IV. **Weiße und graue Kreide** (craie tufau).

Neuere Flötz-Gebilde.

Niederschläge über der Kreide. Ihre Folge ist verschieden, je nach dem Wechsel der, mehr oder weniger entwickelten, partiellen Formationen. Wir legen den Typus dar, der am meisten verwickelt, jedoch am besten bekannt ist.

Töpferthon mit Braunkohle, Bernstein und quarziger Sandstein. (Eine ungefähr parallele, vielleicht noch neuere Formation, ist die der Molasse und der Nagelflue von Aargau, Braunkohle führend und versteinte Gebeine).

Pariser Kalk (calcaire grossier). Die obern und untern Lagen sind Sandstein.

Mergel und Knochen-Gyps. Die untere Lage ist kieseliger Kalk.

Sandstein und Sand von Fontainebleau.

Oberes **Süß-Wasser-Gebilde** (terrain lacustre). —(Kieselige Mühlensteine — meulières siliceuses; Kalksteine von Oeningen, vielleicht der Molasse verbunden; Travertin).

Angeschwemmtes Land.

Folge der ausschließlich vulkanischen Gebilde.

Phonolithe der Basalte.

Dolerite.

Blasige **Mandelsteine.**

Thon mit Pyropen.

Diese letztere Formation scheint dem Thone mit Braunkohlen, den jüngsten Flötz-Gebirgen zugehörig, innig verbunden, über welchen sich die basaltischen Strömungen häufig verbreitet haben.

(Basaltische Konglomerate u. Schlacken.)

III. **Laven** einem vulkanischen Krater entflossen. (Alte Laven in breiten Strömen, meist sehr reich an Feldspath. Neue Lava in deutlichen, aber wenig breiten Strömen. Obsidiane und Bimssteine der Obsidiane).

IV. **Vulkanische Tuffe** mit Muscheln.

[Niederschläge von dichtem Kalk, von Mergel, Gyps und von Rogenstein, den vulkanischen Tuffen jüngster Entstehung aufgelagert. Diese kleinen örtlichen Formationen gehören vielleicht den neuesten Flötz-Gliedern an. Hochebene von Riobamba; Eilande Fortaventura und Lancerote].

Ich habe weiter oben die Gründe dargethan, durch welche ich mich veranlaßt sehe, die Gebilde der Flötzzeit und die vulkanischen gleichzeitig, gewissermaßen im Doppel-Abschnitte, den Uebergangs-Gebieten folgen zu lassen. Die letztern schließen sich, durch ihre Grauwacken und Porphyre, und durch eine große Aufhäufung von Kohlenstoff, an den rothen Sandstein, an die Flötz-Porphyre und an die Steinkohlen-Ablagerungen; durch ihre Porphyre und Syenite reihen sie sich den Trachyten an. Es sind diese Verbindungen so innig, daß man oft Mühe hat, die Porphyre, die blasigen Mandelsteine und die augitischen Felsarten, dem Uebergangs-Gebilde zugehörig, sowohl von dem rothen Sandstein, mit eingelagerten Bänken von Porphyr und von Grünstein, zu scheiden, als von den ausschließlich vulkanischen Gebilden. Ich bediene mich des Ausdrucks, ausschließlich vulkanisches Gebilde, um den Umstand ins Gedächtniß zurückzurufen, daß man, auch außerhalb jenes Gebildes, Gesteine feuriger Abstammung finden könne; aber daß sie nirgends in einer weniger unterbrochenen und weniger bestrittenen Folge sich zeigen.

Flötz-Gebiet.

Die Entwickelung der Flötz-Gebilde ist sehr ungleichartig erfolgt auf unserer Erdfeste, und dieß Ungleichartige der Entwickelung gehört zu den wichtigsten Aufgaben der Geogonie oder geschichtlichen Geologie. Nur selten trifft man alle Glieder der Reihe älterer und neuerer Flötz-Gesteine in einem und demselben Lande vereinigt (Thüringen, Hanover, Westphalen, Baiern; nördliches Frankreich; mittleres und südliches England): oft fehlen große Formationen gänzlich, wie, zum Beispiel, der rothe Sandstein, oder der Alpenkalk; in andern Gegenden ist die letztgenannte Felsart in der ersten enthalten als untergeordnetes Lager; in noch andern fehlen sämmtliche Glieder der geognostischen Reihe zwischen dem Alpen- und dem Jurakalk, oder alle Glieder die neuer sind als die Kreide. In der Skandinavischen Halbinsel, auf den Küsten der Behrings-

straße, und — wenn man den, von Basalten überdeckten, Sandstein der Braunkohle ausnimmt — selbst in Grönland, erstreckt sich jener Mangel auf sämmtliche ältere und neuere Flötz-Gebilde. Lange Zeit hindurch ist man des Glaubens gewesen, diese seltsame Erscheinung stehe ausschließlich der nördlichsten Zone zu, besonders der zwischen dem 60° und 70° enthaltenen; aber in dem unermeßlichen Raume der Sierra Parime, unfern des Erdgleichers, zwischen dem Amazonen-Becken und dem des niedern Orinoko (2° — 8° Breite, 65 — 70° Länge), habe ich ebenfalls die Ur-Formation des Granit-Gneißes nicht überdeckt gefunden, weder mit Uebergangs- noch mit ältern oder neuern Flötz-Gebilden. Ist kein gänzlicher Mangel der Felsarten vorhanden, jünger, als die Entwickelung der Lebenwelt auf unserer Erde, so finden sich eher die Gebilde des Kalkes unterdrückt, als jene des Sandsteins: denn jeder nicht schiefrigen Formation stehen ihre Brekzien zu, ihre Trümmer-Gesteine mit Bruchstücken, mehr oder weniger groß, die derselben eigenthümlich sind. Solche Konglomerate hat man als kleine, örtliche Ablagerungen zu betrachten, welche mit den großen, selbstständigen Formationen von Grauwacke, rothem Sandstein, buntem Sandstein und von Quader-Sandstein, nicht verwechselt werden dürfen.

I. Steinkohlen, Kohlen-Sandstein und Flötz-Porphyr (mit Mandelstein, Grünstein und eingelagertem Kalk).

§. 26. Der Kohlen-Sandstein und der Porphyr setzen eine und dieselbe Formation zusammen (rothes Todtliegendes), wechselnd im äußerlichen Ansehen und oft sehr verwickelt, was die Struktur betrifft. Mandelsteine, Grünsteine, körnige, feldspathige und augitische Gesteine, Pechsteine und einige Stinkkalke (Stinkstein) gehören dieser Formation als untergeordnete Lager an. Die Englischen Mineralogen nennen unser rothes Sandstein- und Porphyr-Gebilde neues, rothes Konglomerat, new red conglomerate (Exeter, Teignmouth), um solches zu unterscheiden von ihrem alten rothen Sandstein, old red sandstone (Mitchel Dean, Herefordshire),

der eine sandsteinartige Felsart (Grauwacke) der Uebergangszeit ist, welche ihre Stelle einnimmt zwischen zwei Uebergangs-Kalksteinen, denen von Derbyshire und von Longhope. Diese Benennungsweise, neuerdings aufgeklärt durch Herrn Buckland, dem gelehrten Professor von Oxford, war der Grund vieler geognostischen Irrthümer. Es würde, so glaube ich, sehr vortheilhaft seyn, für das Fortschreiten unserer Kenntniß über die Lagerungs-Beziehungen, daß man nach und nach die schwankenden Ausdrücke: alter, mittlerer und neuer Sandstein aufgäbe; deßgleichen die Benennungen unterer und oberer Gyps und Sandstein, Kalkstein der ersten, zweiten und dritten Formation. Alle genannten Ausdrücke sind nur beziehlich wahr für diese oder jene Orte; sie zählen dasjenige auf, was der Zahl nach verschieden sich zeigt, das heißt je nach dem Wechsel oder nach dem Mangel gewisser Glieder der Reihen.

Das Uebergangs-Gebiet hat nicht bloß den Anthrazit (Kohlenblende) aufzuweisen; auch die wahrhafte Steinkohle ist ihm eigen. Man trifft kleine Niederlagen derselben im old red sandstone Englands (Bristol), dessen untere Lagen aus einem feinkörnigen, mergeligen Konglomerat in eine sehr dichte Grauwacke übergehen, und im mountain-limestone (Cumberland), welcher dem Uebergangskalk von Namur in Belgien analog ist und jenem von Prag in Böhmen. Aber die große Kohlenstoff-Niederlage (coal measures) findet sich, wie schon früher gesagt worden, auf der Grenzscheide der Uebergangs- und der Flötz-Gesteine. Diese Lagerungsweise hat zur Folge, daß die Kohlen zuweilen (England, Ungarn, Oesterreich, im Süden der Donau, Belgien) mit sandsteinartigen Schichten, wahrhafter Grauwacke verbunden, untermengt vorkommt; oftmals auch (und dieß ist der, seit den Beobachtungen von Fuchs und Lehmann, gegen das Jahr 1750 angestellt, auf dem Festlande am allgemeinsten anerkannte Typus) gehören sie dem großen Porphyr und rothen Sandstein an. Im ersten Fall (England) theilen die Steinkohlen-Lager den Schichten-Fall der Uebergangs-Gesteine, mit welchen sie vorzugsweise verbunden sind, wie dieß durch die Herren Conybeare und Philipps auf sehr verständige

Weise dargethan worden ; man findet sie auf dieselbe Art geneigt, wie die schwarzen Kalksteine und die Grauwacken , denen sie aufliegen : die Reihenfolge der wagerechten Flötz-Formationen scheint alsdann erst mit dem kalkhaltigen Sandstein zu beginnen, welcher den Zechstein oder Alpenkalk vertritt. Im zweiten Falle (Deutschland ; östliches Frankreich), begleitet die Steinkohlen-Schicht den rothen Sandstein und den Porphyr, welche Ur- oder Uebergangs-Gebiete auch immerhin unmittelbar unter jenen beiden Felsarten gelagert seyn mögen. Dieses ständige Verband mit den aufgelagerten Gesteinen , dieses Unabhängigseyn vom unterliegenden Gebilde, müssen als die sichersten Merkmale gelten , was die Selbstständigkeit oder die Nicht-Selbstständigkeit einer Formation betrifft. Oft ist das große Steinkohlen-Gebilde weder von Porphyr überdeckt, noch von rothem Sandstein, noch zeigt es sich untermengt mit sandsteinartigen Lagen, dem Uebergangs-Gebiete zugehörig. Häufig erscheint dasselbe niedergelegt in Bassins, umzogen von rothen Sandstein- und Porphyr-Hügeln, und läßt in dem Hangenden nur wechselnde Schichten wahrnehmen von Schieferthon, der bald blaulichgrau und weich ist, erfüllt mit Farnkraut-Abdrücken, bald dicht, kohlenstoffhaltig (Brandschiefer) und reich an Kiesen. Dünne Schichten von Kohlenschiefer, von quarzigem Sandstein, in körnigen Quarz übergehend , von Steinkohlen-Konglomeraten mit großen Bruchstücken und von Stinkkalk , finden sich mitten im Thonschiefer, ehe man die Steinkohle erreicht. Es sind kleine, örtliche Formationen, welche auch, unter durchaus ähnlichen Umständen, der Salzthon, das Steinsalz, der Braun-Eisenstein und der Galmei zeigen, die nicht unmittelbar von der großen Alpenkalk-Formation bedeckt sind. Ungeachtet dieses Anscheins von Vereinzelung aber und von Selbstständigkeit , gehören dennoch , geognostisch genommen , die Steinkohlen dem rothen Sandstein und das Steinsalz dem Alpenkalk oder Zechstein an. Die Abdrücke der Farnkräuter bezeichnen, wie dieß sehr richtig durch die Herrn Voigt und Brongniart dargethan worden, die Zeitscheide (Epoche) eigentlicher Kohlen, während die Thone der Braunkohlen durchaus frei davon sind.

In der gemäßigten Zone des alten Kontinents senkt sich die Kohle bis zu den niedrigsten Stellen der Küsten-Gegenden hinab. Bei Newcastle-on-Tyne findet man, unter dem Meeres-Niveau und tiefer als der Meeresgrund, sieben und fünfzig Lagen von verhärtetem Thon und von Konglomerat, wechselnd mit fünf und zwanzig Steinkohlen-Schichten. In der Aequinoktial-Gegend des neuen Festlandes hingegen habe ich die, dem rothen Sandstein eingelagerten, Kohlen im Plateau von Santa-Fe de Bogota (Chipo zwischen Canoas und le Salto de Tequendama; Berg Suba; Cerro de los Tunjos) bis zu 1360 Toisen über dem Spiegel des Weltmeeres aufsteigen sehen. Die südliche Erdhälfte bietet auch Steinkohlen in den hohen Kordilleren von Huarocheri und von Canta: ja ich bin selbst versichert worden, daß sie, unfern Huanuco (eingelagert in Alpenkalk?), sehr nahe an der Grenze ewigen Schnees sich finden, in 2300 Toisen Höhe, folglich bei weitem über der Grenze jedes Wachsthums von Phanerogamen. Die Steinkohlen-Ablagerungen zeigen sich in großer Häufigkeit außerhalb des Wendekreises von Neu-Mexiko, in der Mitte der salzreichen Ebenen von Moqui und von Nabajoa, und in östlicher Richtung von den felsigen Bergen (montagnes rocheuses), ferner nach den Quellen des Rio Sabina hin, in dem unermeßlichen Becken überdeckt mit Flötz-Formationen und durchströmt vom Missoury und vom Arkansas. In der dichten Steinkohle beider Kontinente trifft man rhomboedrische faserige Massen von Seidenglanz und abfärbend; sie bilden eine Art Trümmer-Gestein, das von den Bergleuten, als Bruchstücke verkohlten Holzes einschließend, angesehen wird. Zuweilen sind jene glänzende Massen fast unverbrennlich; sie werden zu einer Art Anthrazit mit faserigem Gefüge (Faserkohle Estners, mineralische Holzkohle Werner's). Nach den Beobachtungen der Herrn von Buch und Karsten werden sie, zu Lagiewnick in Ober-Schlesien, in Schichten von 4 — 5 Zollen Mächtigkeit aufgehäuft gefunden. Diese Erscheinung verdient besondere Beachtung; denn die Steinkohlen, seidenglänzende Bruchstücke umschließend, gehören dem, am meisten ausgezeichneten rothen Sandstein an, und nicht den Braunkohlen

des Thones unmittelbar über oder unter der Kreide gelagert. In der Krimischen Halbinsel zeigen weit gedehnte Gebiete zahllose Wechsel-Lagerungen von schieferigem Thon, frei von Steinkohlen, von Konglomeraten, von Grünstein und von dichtem Kalk. Ist dieses ein rothes Sandstein-Gebilde, Hornblende-Gesteine umschließend und wechselnd mit Zechstein?

Es ist schwierig, die Folge der verschiedenen Schichten, die große Formation §. 26 zusammensetzend, einem allgemeinen Typus unterzuordnen. Die Steinkohle erscheint am häufigsten unter dem rothen Sandstein; zuweilen liegt sie augenfällig in jener Felsart, oder in Porphyr. Der Porphyr durchdringt und tritt auf verschiedenartige Weise vor in die Formation des Kohlen-Sandsteines: am Allgemeinsten übersteigt er den Sandstein, in Bergen, wie Kuppeln oder wie Glocken gestaltet, sich erhebend; oder er bildet Felsmassen mit steil abgeschnittenen Gehängen. Ist das Uebergangs-Gebiet unmittelbar überdeckt von rothem Sandstein, so fällt oft die Unterscheidung schwer, ob die Porphyre, in der Nähe der Steinkohlen vorkommend, Uebergangs-Porphyre sind, oder ob sie dem rothen Sandstein zugehören. Es hat übrigens den Anschein, als bildeten die Porphyre minder häufig eigentliche Lager im Steinkohlen-Gebilde, wie vielmehr stehende Stöcke und Stockwerke. Sie wechseln sehr in Farbe: man findet sie violblau, grau und röthlichbraun, auch ins Weiße ziehend (Petersberg unfern Halle, Giebichenstein, Wettin), mit Einseihungen von flußsaurem Kalk, ungeschichtet, zuweilen in dünne Tafeln abgetheilt und begleitet von Porphyr-Trümmer-Gesteinen. Der Teig dieser Porphyre — welche außer blätterigem, zuweilen in speckstеinartige Massen umgewandeltem Feldspath, schwarzen Quarz, wenig blauen Glimmer und Hornblende enthalten — besteht im Allgemeinen aus Feldstein. Er geht in Kaolin über (Morl unfern Halle); an andern Orten wird er schwarz und fast basaltisch (Lobegün in Sachsen, Schulzberg in Schlesien), blasig und wie verschlackt (Plitzgrund bei Schmiedsdorf in Schlesien); oder er neigt sich zum Phonolith (Zittau in Sachsen). An Porphyren, Mandelsteinen, Grünsteinen und an den augitischen

Gesteinen des rothen Sandsteins nimmt man mitunter (Sachsen, Schlesien, Pfalz, Schottland) dieselben Analogieen wahr mit ausschließlich vulkanisch genannten Gesteinen, welche sich an Porphyren und Syeniten des Uebergangs-Gebildes zeigen (Ungarn, Norwegen, Mexiko, Peru). Herr **von Buch** hat in Schlesien die Porphyre des rothen Sandsteins sehr reich gefunden an Hornblende-Krystallen (Reichmacher unfern Friedland), oder zugleich Quarz umschließend und sehr in die Länge gezogene Krystalle glasigen Feldspaths (Wildenberg bei Jauer). Herr **Boué** bemerkt, daß im rothen Sandstein Schottlands, der im Allgemeinen ziemlich frei ist von Kohlen (die Grafschaft Dumfries ausgenommen), die eingelagerten trappartigen Gesteine in die Länge gezogene Blasenräume haben, deren Wandungen (vaçuoles) glänzend sind. Diese blasigen Mandelsteine des rothen Sandsteins eignen sich demnach ganz den Schein an von eingelagerten vulkanischen **Strömen**.

Deutschland bietet an seinem nördlichen Ende (Insel Rügen) Kreide und jüngere Flötz-Erzeugnisse; fern im Süden, in Tyrol (Eisack-Thal, Collmann, Botzen, Pergine, Neumarkt) trifft man die Porphyre des rothen Sandsteins. Der Bestand dieser Porphyre Tyrols ist einerlei mit jenem der Mannsfeldischen: sie umschließen, außer Feldspath, schwarzem Glimmer und nelkenbraunem Quarz, etwas Hornblende. Die rothe Farbe ihres Teiges dringt mitunter bis in die eingeschlossenen Feldspath-Krystalle vor. Bei einer geognostischen Reise, im Jahr 1795, fand ich diese Porphyre ziemlich regelrecht geschichtet unfern Botzen und Brandsol (N. 25° W.; Fallen unter 30° in S. O.). Sie enthalten kleine Steinkohlen-Ablagerungen an den Ufern der Etsch, zwischen Saiß und St. Peter.

In allen Theilen Europas zeigen die Flötz-Porphyre einen scheinbar fortschreitenden Uebergang zum rothen Sandstein. Einige Geognosten nehmen an, daß einzelne Feldspath-Krystalle im Teige des Sandsteins eingeschlossen wurden, oder daß sie sich darin entwickelt haben; andere versichern, und vielleicht mit mehr Grund, daß die angeblichen Uebergänge aus den Porphyren zu den porphyrartigen Brekzien und zum rothen Sandstein nichts sind, als Täu-

schung, hervorgerufen durch regenerirte Porphyre, das heißt, durch Zusammenhäufungen, gebildet in einer Zeit, wo die umschlossenen Bruchstücke noch im Zustande des Weichseyns sich befanden, wenig dazu geeignet, daß ihre Umrisse in der Mitte des bindenden Teiges bewahrt werden konnten. Eine Porphyr-Brekzie (Trümmer-Porphyr) unfern Duchs, in Böhmen, die wir, Herr Freiesleben und ich, im Jahr 1792 beschrieben haben, und in der Quarzkörner eingemengt erscheinen mit zerbrochenen Krystallen von Quarz und Feldspath, vermag einiges Licht zu verbreiten über eine Erscheinung, die noch keineswegs genugsam aufgeklärt worden. Sehr denkwürdig ist (und diese Beobachtung wurde vor langer Zeit gemacht), daß die Porphyre im Norden der Alpen Helvetiens und Tyrols fehlen, während sie auf dem südlichen Abhange der Alpen, zwischen dem Lago Maggiore und Kärnthen, zu den sehr gewöhnlichen Erscheinungen gehören.

Der rothe Sandstein zeigt sich im Allgemeinen aus Felsarten-Bruchstücken zusammengesetzt, die von sehr nahe gelegenen Bergen abstammen. Im nördlichen Deutschland bestehen jene Bruchstücke häufiger aus Quarz, Lydischem Stein, Hornstein, Porphyr, Syenit und Thonschiefer, als aus Gneiß, Granit oder Glimmerschiefer. Die Farbe des rothen Sandsteins ist sehr wandelbar: sie geht aus dem Röthlichbraunen ins Graue über (graues Liegendes); zuweilen erscheint sie selbst, wie beim bunten Sandstein, in sehr dünnen Schichten wechselnd. Die rothe Färbung des Gesteines rührt, so behaupten mehrere bewährte Geognosten, von den eisenschüssigen Theilen nachbarlicher Porphyre her. Ohne jene Meinung entkräften zu wollen, was einen Theil des alten Festlandes betrifft, muß ich einige Zweifel anregen, hinsichtlich des Einflusses der Porphyre auf die Bildung des rothen Sandsteins in den Aequinoktial-Gegenden des neuen Kontinents. Der Sandstein in den weit gedehnten Steppen von Venezuela ist röthlichbraun, wie das Todt-Liegende in Mannsfeld; er schließt keine Porphyr-Bruchstücke ein, und auf eine Ferne von mehreren hundert Stunden kennt man kein Porphyr-Gestein, weder aus der Uebergangs-, noch aus der Flötzzeit. Das-

selbe ist der Fall hinsichtlich der rothen Sandsteine von Fünfkirchen und von Vasas in Ungarn, durch Herrn **Beudant** beschrieben.

Ueberall, wo in der Formation, §. 26, gröbere Konglomerate mit feinkörnigen Sandsteinen wechseln, gehen letztere in den schieferigen und sehr glimmerreichen Kohlen-Sandstein (Sandsteinschiefer) über. Jene wechselnden Massen enthalten grauen, grünlichen und braunen Schieferthon. Ist dieser Thon reich an Kohlenstoff-Gehalt (Kohlenschiefer, Brandschiefer) und bituminös, so enthält er zuweilen (Suhl, Goldlauter) silberhaltige Erze (Fahlerz, Bleiglanz und Kupferkies). Er zeigt Abdrücke fossiler Fische und gewinnt das Ansehen des, dem Alpenkalk zugehörigen, Kupferschiefers. Von einer andern Seite bildet die Zersetzung sandsteinartiger Gesteine von kleinem Korne Schichten braunlichen, quarzigen Sandes (Triebsand) mitten im dichtesten, rothen Sandstein (Walkenried und Bieber). Das Bindemittel des Kohlen-Sandsteins ist zuweilen kalkig, und die Kalktheile werden mitunter so häufig, daß sie der Felsart den Schein eines körnigen, sandigen Kalkes verleihen (Steinkohlen-Gebirge, auf der Grenze von Ungarn und Galizien). Dieß sind die grès calcarifères (kalkhaltige Sandsteine) des Herrn **Beudant**, untermengt mit grünen, chloritartigen Körnern. Was die Bruchstücke betrifft, welche man in dem rothen Sandstein eingeschlossen findet, so sind sie theils eckig und mit der Masse verschmolzen, theils zugerundet, platt, wie die Rollsteine in der neusten Nagelflue. Die Formation des rothen Sandsteins, welcher die größere Hälfte Irlands zusammensetzt, die so häufig ist im nördlichen Deutschland, im Schwarzwald und in den Vogesen, fehlt (eben so wie das Porphyr-Gebilde) in den Hochalpen der Schweiz fast gänzlich. Der Riesen gehört wahrscheinlich schon der Grauwacke zu, und Herr **Gruner** ist des Glaubens, daß die Gegenden von Mels, Bregentz und Sonthofen die einzigen Trümmer-Gesteine aufzuweisen haben, welche, in Struktur und Lagerungs-Verhältnissen, dem rothen Sandstein näher stehen dürften. In den Hochalpen, wie in mehreren Theilen Schlesiens (Schweidnitz) und in Ungarn (Dunajitz), umschließt der rothe Sandstein gleichsam den Alpenkalk

und wechselt mit ihm; im Neustadter Kreise in Sachsen ist der rothe Sandstein gar nicht vorhanden.

Zu den, dem rothen Sandstein untergeordneten, oder mit ihm wechselnden, Lagen gehören folgende: stinkender und schieferiger Kalk, reich an Kohlenstoff und an Bitumen (Kohlenschiefer **Freiesleben**), das innige Verband andeutend mit Zechstein und mit Kupferschiefer; Grünstein, Gemenge aus Feldspath und Hornblende (Noyant und Figeac in Frankreich), zuweilen selbst augitisch (Schottland); blasiger Mandelstein, mitunter das Ansehen des Aufblähens tragend, umschliessend (Ihlefeld am Harz; Ufer der Nahe, Oberstein und Kirn; Exeter, Heavitree) Achat, Chalzedon, Prehnit und Chabasie, und, gleichsam wie durch Spalten, in die Massen des rothen Sandsteins vordringend (Planiz in Sachsen); Steinkohlen wechselnd mit Kräuterschiefer (Schieferthon mit Farnkraut-Abdrücken; Kohlenblende (Schönfeld zwischen Altenberg und Zinnwald), nach Herrn **Beudant** mehr dem Porphyr zustehend, welcher eingelagert erscheint im rothen Sandstein, als dieser letztern Felsart; Porphyre, zuerst im Wechsel auftretend mit rothem Sandstein, dann sich über denselben erhebend in gewaltigen, felsigen Massen; Pechstein. Die wahrhafte Lagerungsweise des Pechsteins in Sachsen ist durch die Herrn **Jameson**, **Przystanowsky**, **Schenk** und **Raumer** ausgemittelt worden. Jene Mineral-Substanz setzt einen Porphyr mit halbverglaster Grundmasse zusammen, in welcher Feldspath, häufig aufgeborsten, sehr wenig Glimmer, Hornblende und krystallisirter Quarz (Triebisch-Thal) umschlossen sind. Der Pechstein nimmt Gneiß-Bruchstücke auf (Mohorn und Braunsdorf); er wird durchsetzt von kleinen Gängen faserigen Anthrazits (Planiz unfern Zwickau), und wechselt mit dem gewöhnlichen Porphyr des rothen Sandsteins. Diese Porphyre und Pechsteine ruhen (Nieder-Garsebach) auf Uebergangs-Syenit. Herr **Beudant**, von dem wir erst neuerdings eine umfassende Beschreibung dieses Lagerungs-Verhältnisses erhalten haben, sah den Pechstein von Herzogswalde eingeschlossen in einer sandsteinartigen Ablagerung mit Thonstein-Teig, Ablagerung, welche

eckige Bruchstücke von Gneiß und von Glimmerschiefer enthält und dem rothen Sandstein angehört. Dem Pechstein von Grantola am Lago Maggiore ist dasselbe Lagerungs-Verhältniß eigen: der Schottische Pechstein enthält Naphta. In Peru gibt es ebenfalls Pechsteine (rauchgrau, fast ohne Quarz, aber krystallisirten Glimmer enthaltend), namentlich auf der Straße von Couzco nach Guamanga. Unsere Felsart setzt dort ganze Berge zusammen; aber das Gebilde ist, nach den Beobachtungen des Herrn von Nordenflycht, wie in Europa, dem Porphyr-Gebiet untergeordnet.

Die ganze Formation §. 26, deren Schilderung uns gegenwärtig beschäftigt, ist im Allgemeinen bezeichnet durch die Abwesenheit versteinter Muscheln. Trifft man einige, so gehören sie den, im rothen Sandstein vorkommenden, untergeordneten Lagern von Kalk und von Kohlenschiefer an, und nicht der Masse des rothen Sandsteins selbst, der in beiden Erdhälften (Ebene Thüringens, Kiffhäuser, Tilleda; Ebene von Venezuela zwischen Calabozo und Chaguaramas, Plateau von Cuença im Süden Quitos) nur an Stämmen fossilen Holzes sehr reich ist und an andern Ueberbleibseln von Monocotyledonen. Herr Brongniart der Sohn ist indessen der Meinung, daß die Abdrücke wahrer Palmbäume in den Steinkohlen fehlen.

In der Aequinoktial-Gegend des neuen Festlandes hat sich mir Gelegenheit geboten, das rothe Sandstein-Gebilde, im Norden und im Süden des Erdgleichers, in sechs verschiedenen Gegenden zu beobachten; nämlich: in Neu-Spanien (von 1100 bis 1300 Toisen Höhe), in den Steppen oder Llaños von Venezuela (30 — 50 Toisen), in Neu-Grenada (50 — 1800 Toisen), auf dem Süd-Plateau der Provinz Quito (1350 — 1600 Toisen), im Bassin von Caxamarca in Peru (1470 Toisen), und im westlichen Thal des Amazonen-Stromes (200 Toisen).

1. Neu-Spanien. Die Uebergangs-Schiefer und Porphyre von Guanaxuato (Plateau von Anahuac), wovon wir weiter oben (§§. 22. und 23) eine ausführliche Beschreibung gegeben, sind überdeckt mit einer Formation von rothem Sandstein. Diese Formation

füllt die Ebenen von Celaya, von Salamanca und von Burras (900 Toisen); auf ihr ruhen, ein Kalkstein, ziemlich ähnlich dem Jurakalk, und ein blätteriger Gyps. Sie erhebt sich durch la Cañada de Marfil zu den Bergen, wovon die Stadt Guanaxuato umzogen ist, und zeigt sich streifenweise in der Sierra de Santa Rosa nahe bei Villalpando (1330 Toisen). Dieser Mexikanische Sandstein läßt die auffallendste Aehnlichkeit wahrnehmen mit dem rothen Todt-Liegenden des Mannsfeldischen in Sachsen; er enthält stets eckige Bruchstücke von Lydischem Stein, von Syenit, von Porphyr, von Quarz und von splitterigem Hornstein. Das Bindemittel, die Bruchstücke verkittend, ist thonig-eisenschüssig, sehr zähe, gelblichbraun, oft auch ziegelroth (so zumal in der Nähe der Grube von Serena). Lagen groben Konglomerats, Bruchstücke von zwei bis drei Zoll Durchmesser enthaltend, wechseln mit einem höchst feinkörnigen Trümmer-Gestein; zuweilen selbst (Cuevas) mit einem Quarz-Sandstein, dessen einzelne Körner sich sehr regelmäßig zugerundet zeigen. Die gröbern Konglomerate herrschen mehr in den Ebenen vor, und in den Schluchten, als auf den Höhen. In den ältesten Lagen (Grube von Rayas) glaube ich einen Uebergang von rothem Sandstein in Grauwacke wahrgenommen zu haben: die eingeschlossenen Syenit- und die Porphyr-Stücke werden sehr klein; ihre Umrisse sind wenig deutlich und sie erscheinen mehr der Masse verschmolzen. Man darf mit diesem Trümmer-Gestein (frijolillo de Rayas) nicht jenes der Grube von Animas verwechseln, das weißlichgrau ist und Bruchstücke dichten Kalksteins enthält. Oft ist das Bindemittel des rothen Sandsteins von Guanaxuato, wie in jenem von Eisleben in Sachsen, so vorwaltend (Straße von Guanaxuato nach Rayas und nach Salgado), daß man die darin eingeschlossenen Bruchstücke kaum mehr wahrnimmt. Thonige Lagen, von drei bis vier Toisen Mächtigkeit, zeigen sich sodann wechselnd mit dem gröbern Konglomerat. Im Allgemeinen scheint die große, auf dem erzführenden Thonschiefer ruhende, rothe Sandstein-Formation, dem Uebergangs-Porphyr nur eingelagert (Belgrado, Buffa de Guanaxuato); aber um Villalpando sieht man sie deutlich der letztern

Felsart aufgesetzt. Ich habe weder versteinte Muscheln, noch Spuren von Steinkohle, oder von fossilem Holze, in dem rothen Sandstein von Guanaxuato gefunden. Diese Substanzen werden häufig in andern Gegenden Neu-Spaniens getroffen, besonders in jenen, welche minder erhaben sind über dem Wasserspiegel des Meeres. Man kennt die Steinkohle im Innern von Neu-Mexiko, nicht fern von den Ufern des Rio del Norte. Andere Niederlagen dürften sehr wahrscheinlich in den Ebenen von Nuevo-Sant-Ander und vom Texas verborgen seyn. Nordwärts von Natchitoches, in der Nähe der Steinkohlen-Grube von Chica, läßt ein einzelner Hügel von Zeit zu Zeit unterirdische Verpuffungen hören; vielleicht als Folge von Entzündungen des Hydrogen-Gases, gemengt mit atmosphärischer Luft. Das fossile Holz kommt sehr häufig vor in den rothen Sandsteinen, welche sich in nord-östlicher Richtung von der Stadt Mexiko erstrecken; eben so wird es in den unermeßlichen Ebenen der Intendenz von San-Luis Potosi gefunden, und nahe bei der Stadt Altamira. Die Steinkohle des Durasno (zwischen Tierra-Nueva und San-Luis de la Paz) liegt unter einer Thonschicht, die fossiles Holz einschließt, und ruht auf einer Zinnober-Schicht, von welcher der Porphyr bedeckt wird. Gehört sie den Braunkohlen von sehr jugendlicher Entstehung an? oder darf man nicht vielmehr annehmen, daß jene brennlichen Substanzen des Durasno, jene Thone und jene halbverglasten Porphyre (Pechstein-Porphyre), kugelig abgesondert und überzogen mit traubigem und nierenförmigem Hyalith — Porphyre, welche, in andern Gegenden Mexikos (San-Juan de la Chica; Cerro del Fraile unfern der Villa de San-Felipe), die Zinnober-Niederlagen einschliessen, — der großen Formation des Sandsteins zugehören? Es leidet keinen Zweifel, daß diese Formation des neuen Kontinents nicht eben so reich ist an Queckfilber, als jene des westlichen Deutschlands; sie ist es selbst da, wo die Porphyre fehlen (Cuença, Plateau von Quito); und, wenn die Verbindung von Zinnerz-Gängen mit Zinnober-Gängen in den Porphyren von San-Felipe für den ersten Augenblick ein Zurücktreten der sehr Queckfilber-reichen Porphyr-Gesteine vom rothen

Sandstein zu bedingen scheint, so darf man nicht vergessen, daß die Uebergangs-Thonschiefer und die Porphyre (Hollgrund bei Steben, Hartenstein) zuweilen auch zinnführend sind.

An den Kohlen-Sandstein von Guanaxuato reihe ich eine etwas räthselhafte Formation, welche bereits, in meinem Essai politique sur la Nouvelle-Espagne, von mir unter dem Namen Lozero, oder feldspathiges Trümmer-Gestein, beschrieben worden: es ist eine sandsteinartige Gebirgsart, röthlichweiß, zuweilen auch apfelgrün, die sich, gleich dem Leuben- oder Waldplattenstein von Suhl (grès à dalles), in sehr dünnen Platten (lozas) abscheidet; sie umschließt Quarzkörner, kleine Thonschiefer-Bruchstücke und viele, theils noch unverletzte, theils zerbrochene Feldspath-Krystalle. Diese verschiedenartigen Dinge sind zusammen verbunden, im Lozero Mexikos, wie in den Suhler Gesteinen von porphyrartigem Ansehen, durch ein thonig-eisenschüssiges Cäment (Cañada de Serena und fast der ganze Berg dieses Namens). Es ist höchst wahrscheinlich, daß die Zerstörung des Porphyrs einen großen Einfluß gehabt habe auf die Bildung des feldspathigen Sandsteines von Guanaxuato. Der geübteste Beobachter würde sich beim ersten Anblicke versucht sehen, ihn für einen Porphyr mit thoniger Grundmasse zu nehmen, oder für ein Porphyr-Trümmer-Gestein. Um Valenziana setzt der Lozero Massen zusammen von 200 Toisen Mächtigkeit; sie übersteigen an Höhe die, durch den Uebergangs-Porphyr gebildeten, Berge. Nahe bei Villalpando wechselt ein sehr kleinkörniges, feldspathiges Konglomerat, in Lagern von einem bis zu zwei Fuß Mächtigkeit, acht und zwanzig Mal mit schwärzlichbraunem, schieferigem Thon. Ueberall habe ich unser Trümmer-Gestein, den Lozero, auf rothem Sandstein ruhen sehen, und am südwestlichen Abhange des Cerro de Serena, beim Herabsteigen nach der Grube von Rayas, schien es mir selbst ziemlich erweislich, daß der Lozero ein Lager im groben Konglomerat von Marfil bilde. Aus diesem Grunde zweifle ich, daß jene merkwürdige Formation den bimssteinartigen, trachytischen Konglomeraten zugehören könne, wie Herr Beudant nach den Analogieen einiger Gesteine

Ungarns anzunehmen scheint. Oft gewinnt das thonige Bindemittel in dem Grade die Ueberhand, daß die gebundenen Bruchstücke kaum sichtbar sind und daß die Masse in einen Thonstein übergeht. In einem solchen Zustande eignet sich der Lozero sehr zu Werkstücken: er liefert den schönen Baustein von Queretaro (Steinbrüche von Caretas und von Guimilpa) und wird als solcher sehr gesucht. Ich habe Säulen davon gesehen von vierzehn Fuß Höhe und zwei und einem halben Fuß Durchmesser, fleischroth, ziegelroth, auch pfirsichblüthroth. Diese schönen Farben, der Luft-Einwirkung ausgesetzt, gehen ins Graue über; wahrscheinlich eine Folge des Einflusses der Luft auf die Mangan-Dendriten, welche die Felsart auf ihren Kluftflächen aufzuweisen hat. Der Bruch der Säulen von Queretaro ist eben, wie jener des lithographischen Steins vom Jura. Nur mühsam entdeckt man darin einige, überaus kleine, Bruchstücke von Thonschiefer, von Quarz, von Feldspath und von Glimmer. Ich will es unentschieden lassen, ob die zerbrochenen Krystalle des Lozero, oder feldspathigen Sandsteins, sich in der Masse selbst entwickelt haben, oder ob sie sich zufällig in derselben finden. Ich beschränke mich darauf aufmerksam zu machen, daß in Europa der rothe Sandstein und seine Porphyre zuweilen ebenfalls durch ein örtliches Zurücktreten der Krystalle und der eingeschlossenen Bruchstücke bezeichnet werden. Der Lozero scheint mir eine, dem rothen Sandstein aufgelagerte, vielleicht selbst untergeordnete Formation; und wenn das alte Festland keine durchaus ähnliche Felsart besitzt, so bieten sich uns wenigstens die ersten Spuren ähnlicher pseudo-porphyrartiger Struktur in den Sandstein-Schichten, mit unverletzten oder mit zerbrochenen Feldspath-Krystallen, welche das große rothe Sandstein-Gebilde im Mannsfeldischen und in Thüringen aufzuweisen hat.[1]

2. Venezuela. Im südlichen Amerika sind die unermeßlichen Ebenen von Venezuela (Llanos des niedern Orinoko) großentheils mit rothem Sandstein bedeckt und mit Kalk- und Gyps-Gebilden.

---

1 Freiesleben Kupferschiefer-Geb. Th. IV. S. 82, 85, 95, 194.

Der rothe Sandstein zeigt eine muldenförmige Lagerung zwischen den Bergen des Küstenlandes von Caracas und jenen der Parime oder des hohen Orinoko. Er lehnt sich nordwärts an Uebergangs-Schiefer; im Süden ruht er unmittelbar auf primitivem Granit. Es ist ein Trümmer-Gestein mit abgerundeten Bruchstücken von Quarz, von Lydischem Stein und von Kieselschiefer, gebunden durch ein eisenschüssig-thoniges Cäment, graulichbraun von Farbe und äusserst zähe. Zuweilen erscheint das Bindemittel auch so lebhaft roth gefärbt (u. a. bei Calabozo), daß die Eingebornen an Beimischungen von Zinnober geglaubt haben. Das großkörnige Konglomerat wechselt hier mit einem sehr feinkörnigen Quarz-Sandstein (Mesa de Paja). Beide schliessen kleine Massen von Braun-Eisenstein ein und versteintes Holz von Monocotyledonen. Diese Sandstein-Formation ist überdeckt (Tisnao) durch einen graulichweißen dichten Kalkstein, ähnlich dem Kalke des Jura. Ueber dem Kalk trifft man (Mesa de San-Diego und Ortiz) Blätter-Gyps wechselnd mit Mergel-Lagern. In keiner dieser Felsarten, weder in den Lagen des Sandsteines oder Kalkes, noch in jenen des Gypses oder Mergels, habe ich versteinte Muscheln gefunden. Das Bindemittel des Trümmer-Gesteins braust nicht mit Säuren; und durch Lagerungs-Beziehungen und Bestand hat mir der Sandstein der Steppen Venezuelas weit entfernt geschienen von der Nagelflue (grès à lignites) des jüngern Flötz-Gebietes, mit welchem er eine gewisse äußere Aehnlichkeit hat durch das Abgerundete der eingeschlossenen Bruchstücke. Jene Sand- und Kalk-Formationen messen nicht über 30 — 50 Toisen absoluter Höhe. Im östlichen Theile des Llano de Venezuela (unfern Curatequiche) trifft man, auf der Außenfläche des Bodens, schöne Stücke des bandstreifigen Jaspis (caillou d'Égypte). Gehören sie dem rothen Sandstein an, oder, gleich jenen bei Suez, einem Gebilde noch neuern Ursprungs?

3. Neu-Grenada. Eine Sandstein-Formation von unermeßlicher Erstreckung, und fast nicht unterbrochen, überdeckt, außer den nördlichen Ebenen von Neu-Grenada, zwischen Mompox, dem Kanal von Mahates und den Bergen von Tolu und Maria, auch

das Becken des Rio de la Magdalena (zwischen Teneriffa und Melgas) und jenes des Rio Cauca (zwischen Karthago und Cali). Einige zerstreute Bruchstücke von Kohlenschiefer, die ich an der Mündung des Rio Sinu (im Osten des Meerbusens von Darien) gefunden, machen glaubhaft, daß jene Formation sich selbst gegen den Rio Atrato hin erstrecke und nach der Landenge von Panama zu. Sie setzt große Höhen zusammen; nicht auf dem Gebirgs-Rücken der Kordilleren (Nevados von Tolima und von Quindiu), wohl aber auf der östlichen Verzweigung (Paramos de Chingasa und de Suma Paz) und auf der westlichen (Berge zwischen den Becken des Rio Cauca und dem Platin führenden Gebiet von Choco). Ich habe diesen Sandstein verfolgen können von Neu-Grenada, ohne ihn auch nur einen Augenblick aus dem Auge zu verlieren, vom Thal des Rio Magdalena (Honda, Melgar, 130 — 188 Toisen) über Pandi, bis zum Plateau von Santa-Fe de Bogota (1365 Toisen), und selbst bis jenseits des Sees von Guatavita und über die Kapelle unserer lieben Frauen zu Montserrate hinaus. Er lehnt sich an die östlichen Kordilleren (jene, welche die Zuflüsse des Rio Magdalena von denen des Meta und des Orinoko scheiden) mehr als 1800 Toisen hoch über dem Meeres-Niveau. Ich lege Werth auf diese Angaben der mineralogischen Geographie, weil sie erneute Beweise bieten von der ungeheuern Mächtigkeit welche die Felsmassen in den Aequinoktial-Gegenden Amerikas erreichen. Mehrere Flötz-Gebilde — Sandstein mit Steinkohlen-Lagen, Gyps mit Steinsalz, fast versteinerungsfreier Kalk — den man im Plateau von Santa-Fe de Bogota geneigt seyn könnte für ein Verband örtlicher Formationen zu nehmen, die ein Becken erfüllten, reichen hinab in die Thäler, deren Niveau um 7000 Fuß niederer ist, als jenes Plateau. Auf dem Wege von Honda nach Santa-Fe de Bogota, wird der Sandstein, unfern Villeta, durch Uebergangs-Thonschiefer unterbrochen; aber die Lage der Salzquellen von Pinceima und von Pizara bei Muzo veranlaßt mich zu glauben, daß auch auf dieser Seite, an den Ufern des Rio Negro (zwischen dem kohlenstoffreichen Hornblende-Schiefer von Muzo, in welchem Smaragde vorkommen, und dem Ueber-

gangs-Schiefer mit Kupfererz-Gängen von Villeta), der Kohlen-Sandstein und der Salz führende Gyps des Plateau von Bogota und von Zipaquira sich mit den gleichnamigen Gebilden verbinden, durch welche das Becken des Rio Magdalena zwischen Honda und der Enge von Carare erfüllt wird.

Dieser Sandstein von Neu-Grenada besteht — da, wo mir eine Untersuchung desselben vergönnt gewesen, zwischen dem 4° und 9 ½° nördlicher Breite — aus wechselnden Schichten von quarzigem und kleinkörnigem, schieferigem Sandstein, und von Konglomeraten, eckige Bruchstücke Lydischen Steines (von 2 bis 3 Zoll Breite) umschliessend, ferner Bruchstücke von Thonschiefer, von Gneiß und von Quarz (Honda, Espinal). Das Bindemittel ist thonig und eisenschüssig, zuweilen auch kieselig; die Farbe der Felsart wechselt vom Gelblichgrauen bis zum Braunlichrothen. Die letztere Farbe rührt von Eisen her: auch trifft man überall Braun-Eisenstein, sehr dicht, nesterweise, oder in kleinen Lagern und regellosen Gängen. Der Sandstein ist mehr oder weniger wagerecht geschichtet. Zuweilen lassen diese Schichten gruppenweise ein ziemlich beständiges Fallen wahrnehmen. Unweit Zambrano, auf dem westlichen Ufer des Rio Magdalena, im Süden von Teneriffa, eignet sich das Gestein eine kugelige Struktur an. Ich habe daselbst Kugeln höchst kleinkörnigen Sandsteins gesehen, von zwei bis drei Fuß Durchmesser: sie trennen sich in zwölf oder fünfzehn konzentrischen Lagen. Lydischer Stein, vom schönsten Schwarz, selten durchzogen von Quarzschnüren, ist weit mehr im gröbern Konglomerat vorhanden, als die Bruchstücke von Ur-Felsarten. Der kleinkörnige schieferige Sandstein zeigt sich, was die Masse betrifft, durch ihn zusammengesetzt, um Vieles häufiger, als die Trümmer-Gesteine mit größern Bruchstücken. Auf den Höhen (über 800 und 1000 Toisen) verschwinden letztere fast ganz. Der Sandstein des Plateaus von Bogota, und jener, welchen man sieht beim Herabsteigen nach den beiden Kapellen oberhalb der Stadt Santa-Fe gelegen, 1650 bis 1687 Toisen erhaben, besteht aus sehr kleinen, quarzigen Körnern. Es finden sich darin fast keine Bruchstücke Lydischen Steins mehr, und die Quarzkörner

treten einander mitunter so nahe, daß die Felsart zuweilen das Ansehen eines körnigen Quarzes enthält. Derselbe quarzige Sandstein bildet die natürliche Brücke von Icononzo. Nirgends lassen diese sandsteinartigen Bildungen ein Brausen mit Säuren wahrnehmen. Den Braun-Eisenstein ausgenommen, und (was ziemlich seltsam ist) einige Nester sehr reinen Graphits abgerechnet, umschließt die Formation, und zwar in allen Höhen, Lagen braunen Thones, der fett anzufühlen, aber nicht Glimmer führend ist. Dieser Thon (Gachansipa, Chaleche, Berg Suba) wird mitunter sehr kohlenstoffhaltig und geht in Brandschiefer über. Das Bittersalz von Honda, so berühmt in jenen Gegenden, erscheint in Ausblühungen auf den Thonschichten (Mesa de Palacios bei Honda). Nirgends zeigt der Sandstein verschiedenartige Färbungen in kreisförmigem Wechsel, noch die nicht zusammenhängenden, runden plattgedrückten Thonmassen, welche den bunten Sandstein kenntlich machen, das heißt den Sandstein, von welchem der Alpenkalk oder Zechstein überdeckt wird. Die so eben beschriebene Sandstein-Formation habe ich (Peñon de Rosa, nordwärts von Banco, im Thal der Magdalena; Wasserfall de la Peña, unfern Mariquita) unmittelbar auf einem, mit Turmalinen erfüllten, Granit gelagert gesehen, ferner auf Gneiß (Rio Lumbi, in der Nähe der verlassenen Grube von Santa Anna); endlich auf Uebergangs-Thonschiefer (zwischen Alto de Gascas und Alto del Roble im Nordwesten von Santa-Fe de Bogota). Man kennt keine andere Flötz-Felsart unter dem Sandstein von Neu-Grenada. Er umschließt Höhlen (Facatativa, Pandi) und mächtige Lager, nicht von Braunkohlen, sondern von Blätterkohlen, selbst von Pechkohlen, zwischen la Palma und Guaduas (600 Toisen), bei Velez und la Villa de Leiva, ferner auf dem Plateau von Bogota (Chipo unfern Canoas; Suba; Cerro de los Tunjos) in der bedeutenden Höhe von 1370 Toisen. Thierische versteinte Reste sind außerordentlich selten in diesem Sandstein. Nur einmal habe ich fast mikroskopische Trochilite (?) in einer eingelagerten Thonschicht getroffen (Cerro del Portachuelo, im Süden von Icononzo). Möglich wäre es, daß die Steinkohlen von

Guaduas und Canoas einem noch jugendlichern, dem rothen Sandstein aufgelagerten, Gebilde zugehörten; allein ich habe keine Thatsache gefunden, eine solche Auflagerung andeutend. Die Pechkohle gehört allerdings vorzüglich den Braunkohlen des jüngern Sandsteins an und den Basalten; aber sie setzt auch unbezweifelt kleine Lagen zusammen in der Schieferkohle des Porphyr- und des rothen Sandstein-Gebildes.

Die den Sandstein in Neu-Grenada überdeckenden Formationen, wodurch derselbe, meiner Ansicht zu Folge, recht eigentlich als der rothe Sandstein aus dem Gebiete der Flötz-Felsarten bezeichnet wird, sind: Stinkstein (Zusammenfluß des Caño Morocoy und des Rio Magdalena) und der Blätter-Gyps (Becken des Rio Cauca unfern Cali, und des Rio Bogota bei Santa-Fé). In beiden Becken des Cauca und des Bogota, deren Höhe um beinahe 900 Toisen verschieden ist, sieht man, aus der Tiefe aufwärts, die drei Formationen des Kohlen-Sandsteins, des Gypses und des dichten Kalksteins einander sehr regelrecht folgen. Die beiden letztern scheinen nur ein Gebilde auszumachen, durch welches der Alpenkalk oder der Zechstein vertreten wird, und das, im Allgemeinen frei von Versteinerungen, einige Ammoniten umschließt zu Tocayma im Thale des Rio Magdalena. Der Gyps fehlt nicht selten; aber in der großen Höhe von 1400 Toisen (Zipaquira, Enemocon und Sesquiles) ist er salzführend, in seinem Thon (Salzthon) Niederlagen von Steinsalz bietend, welche seit Jahrhunderten der Gegenstand bedeutenden Grubenbaues sind.

Die Gesammtheit der, über die Lagerungs-Beziehungen des Sandsteins von Neu-Grenada mitgetheilten, Beobachtungen läßt mir keinen Zweifel über die Alters-Verhältnisse jener Felsart, welche hier eine Mächtigkeit von fünf oder sechs tausend Fuß gewonnen hat; ich betrachte dieselbe als rothen Sandstein (Todt-Liegendes), und nicht als bunten Sandstein. Sie wird übrigens in der Kürze durch zwei unterrichtete Reisende, die Herren Bousſingault und Rivero, von neuem untersucht werden. Ich weiß sehr gut, daß die häufigen Lager von Thon und von Braun-Eisenstein eigent-

lich mehr dem bunten Sandstein zugehören, und daß die Rogensteine zuweilen auch fehlen in dieser letztern Felsart. Ich übersehe keineswegs, daß in Europa der bunte Sandstein (über dem Zechstein eingelagert) einige Spuren von Steinkohlen zeigt, kleine Schichten höchst feinkörnigen Quarz-Sandsteins (körniger Quarz) und Steinsalz, und daß die letztere Substanz ihm in England selbst ausschließlich angehört. Alle diese Analogieen würden mir sehr wichtig scheinen, wenn die Schichten des gröbern Konglomerats (in tiefern Gegenden) wechselnd mit Lagen kleinkörnigen Sandsteins, wenn eckige Bruchstücke von Lydischem Stein, und selbst von Gneiß und von Glimmerschiefer, eingeschlossen in den gröbern Konglomeraten, nicht den Sandstein von Neu-Grenada als dem rothen Sandstein oder Kohlen-Sandstein parallel bezeichneten, das heißt, als demjenigen Sandstein parallel, welcher unmittelbar den Alpenkalk (Zechstein) trägt, der Gyps und Steinsalz einschließt. Hat der bunte Sandstein (nördliches England und Wimmelburg in Sachsen) mitunter Bruchstücke von Granit und Syenit aufzuweisen, so sind diese Bruchstücke stets zugerundet und nur mit Thon umwickelt; sie bilden kein dichtes, zähes Konglomerat mit eckigen Bruchstücken, wie der rothe Sandstein. Die letztere Felsart enthält, im Mannsfeldischen wie in Neu-Grenada, sehr viele Thonmassen (Cresfeld, Eisleben, Rothenberg), und kleine Lager von Roth- und Braun-Eisenstein (Burgörner, Hettstedt). Die Kugel-Struktur, welche der Sandstein des Thales von Rio Magdalena wahrnehmen läßt, findet sich wieder beim Kohlen-Sandstein Ungarns (Klausenburg), beim weißen Todt-Liegenden in Sachsen (Helbra), das den Kohlen-Sandstein mit dem Zechstein verbindet, und, nach Beobachtungen angestellt von Herrn Freiesleben und mir im Jahr 1795, selbst bei der Molasse von Aargau (grès tertiaire à lignites) unfern Lausanne. Durch die Gesammtheit der Lagerungs-Beziehungen wird das Alter einer Formation bestimmt, nicht bloß durch Bestand und Struktur-Verhältnisse. Die Geognosten, vertraut mit den verschiedenen Sandstein-Gebieten durch häufige Wanderungen im Gebirge, und nicht allein durch

Musterstücke in Sammlungen aufbewahrt, wissen sehr gut, daß, wenn (bei Abwesenheit des Alpenkalks, des Muschelkalks, des Jurakalks und der Kreide) der rothe Sandstein, der bunte mit Thon gemengte Sandstein, der Quader-Sandstein, welcher nicht immer weiß und sehr quarzig ist, und die Molasse, wechselnd mit gröbern Trümmer-Gesteinen (Nagelflue), unmittelbar über einander gelagert wären, die einen ruhend auf den andern, man nur mit Mühe würde urtheilen können über die Grenzen dieser vier Sandstein-Gebilde, ihrer Alters-Verschiedenheit ungeachtet.

Der rothe Sandstein von Neu-Grenada scheint, im nördlichen Theile des Bodens von Rio Magdalena (zwischen Mahates, Turbaco und der Meeresküste der Antillen), einen jungen Kalkstein zu unterteufen, der mit Madreporen und Seemuscheln erfüllt ist und unfern Carthagena den Cerro de la Popa zusammensetzt. Allein wenn man bis zu 1400 Toisen Höhe aufwärts steigt, so erscheint das, dem rothen Sandstein aufgelagerte, Kalk- und Gyps-Gebilde mit aufgeschwemmtem Lande überdeckt (Campo de Gigantes im Westen des Suacha im Becken von Bogota), in dem ich ungeheure Gebeine von Mastodonten aufgefunden habe. Bei dem, vielleicht zu allgemeinen, Streben der neuern Geognosie, die Grenzen des Uebergangs- und des Gebietes der neuen Flötzzeit auszudehnen auf Kosten des ältern Flötz-Gebildes, könnte man sich veranlaßt sehen den Sandstein von Honda, den salzführenden Gyps von Zipaquira und den Kalkstein von Tocayma und von Bogota als Formationen neuern Ursprungs zu betrachten, wie die Kreide. Bei solch hypothetischer Voraussetzung würden die Steinkohlen von Guaduas und von Canoas zu Braunkohlen werden, und das Steinsalz von Zipaquira, von Enemocon, von Sesquiles und von Chamesa, welches sich frei zeigt von allen Pflanzen-Resten, würde als eine Formation gelten müssen, den (Braunkohlen führenden) Salz-Niederlagen Galliciens und Ungarns parallel, von denen Herr Beudant glaubt, daß sie den jüngern Flötz-Gebirgen zugehören. Aber dieser Annahme, ich möchte beinahe sagen diesen Eingriffen jüngern Flötz-Gebietes ins ältere, widerstreiten: das äußerliche Ansehen des Landes; der

fast allgemeine Mangel fossiler, organischer Wesen, bis zu 10,000 Fuß senkrechter Höhe beobachtet; die Mächtigkeit der Sand- und Kalkstein-Schichten, gleichmäßig ausgebreitet, frei von Feuerstein-Nieren und kieseligen Einseihungen, sehr dicht, nicht gemengt mit Sand oder mit andern Materien ohne Zusammenhang. Die Gesammtheit der dargelegten Erscheinungen veranlaßt mich zum Ausspruche, daß der Sandstein von Neu-Grenada, Bruchstücke von Lydischem Stein umschließend und von Ur-Felsarten, der wahrhafte rothe Sandstein des alten Festlandes sey. Es ist nicht bekannt, ob dieser Sandstein, welchen ich, auf dem westlichen Abhang der Kordilleren von Chingasa (Kordillere, die Stadt Santa Fe de Bogota von den Ebenen von Meta scheidend) bis zu 1700 Toisen habe emporsteigen sehen, den Gipfel dieser großen Gebirgskette überschreitet, indem er sich gegen die Ebenen von Casanare hin ausdehnt. Muthmaßungen für eine solche Ausdehnung sind geboten; denn die Steinsalz-Niederlagen und die Salzquellen folgen einander, über die östliche Kordillere von Neu-Grenada hin, von Pinceima bis zu den Llanos des Meta (durch Zipaquira, Enemocon, Tausa, Sesquiler, Gachita, Medina, Chita, Chamesa und El Receptor), aus Südwest in Nordost, indem sie auf eine Weite von mehr als fünfzig Stunden dasselbe Streichen wahrnehmen lassen. In allen Gegenden der Erdfeste beobachtet man dieses Vertheiltseyn der Salzquellen nach, mehr oder weniger erstreckten, Streifen (oder Spaltungen?). So wie man in den salzführenden Ebenen von Casanare sich dem Orinoko nähert, treten die Flötz-Formationen zurück und verschwinden, und es geht in der Sierra Parime überall Gneiß frei zu Tage aus. Nur an den Ufern des Orinoko, bei den großen Stromstürzen von Atures und von Maypures, sieht man kleine Streifen des alten Konglomerats dem Ur-Gestein aufgelagert. Dieß Konglomerat schließt Quarzkörner ein, und selbst (Isla del Guachaco) Feldspath-Bruchstücke, verkittet durch ein grünlichbraunes, thoniges, sehr dichtes Bindemitel. Das Cäment zeigt da, wo es in Häufigkeit vorhanden ist, einen muscheligen Bruch und geht in Jaspis über. Dieß sandsteinartige Gestein, das dem rothen

Sandstein der Steppen von Venezuela angehören dürfte, enthält sehr plattgedrückte Massen von Braun-Eisenstein: es erinnert an jene Sandsteine, welche, im obern Aegypten und in Nubien, unmittelbar auf dem Granit-Gneiß der Stromfälle des Nils gelagert sind.

4. Plateau von Quito. In der südlichen Erdhälfte haben die Kordilleren von Quito mir die am weitesten erstreckte Formation des rothen Sandsteins gezeigt, welche ich bis jetzt zu beachten Gelegenheit fand. Diese Felsart überdeckt, in 1300 bis 1400 Toisen Höhe über dem Meres-Niveau, auf eine Länge von fünf und zwanzig Stunden, das ganze Plateau von Tarqui und von Cuença, so berühmt durch die Unternehmungen der Französischen Sternkundigen. Sie steigt im Paramo de Sarar bis zu 1900 Toisen Höhe empor, und die Mächtigkeit ihrer Gesammtmasse beträgt mehr als 800 Toisen. Nordwärts (Cañar, südlicher Abhang des Assuay) und im Süden (Alto de Pulla bei Loxa) ist der rothe Sandstein auf Ur-Glimmerschiefer gelagert. In der Provinz Quito rührt die Färbung desselben von Braun- und Gelb-Eisenstein her, wovon er zahlreiche Gänge umschließt. Der Sandstein ist im Allgemeinen sehr thonig und besteht aus kleinen, wenig abgerundeten Quarzkörnern; aber zuweilen ist er auch schieferig und wechselt, eben so wie in Thüringen, mit einem Konglomerate, das Porphyr-Bruchstücke von fünf und selbst von neun Zoll Durchmesser einschließt. Man findet in dieser Formation: Thon-Lager, bald braun (Tambo de Burgay und Ufer des Vinayucu), bald weiß und speckstеinartig, in den Thonstein der Porhyre des rothen Sandsteins übergehend (Rio Uduchapa und Cerro de Coxitambo) und, bei Berührung der atmosphärischen Luft, sich mit Salpeter beschlagend (Cumbe); Stämme versteinten Holzes von Monocotyledonen (Schlucht von Silcajacu, wo ich Stücke gesehen habe von 4 Fuß Länge und von 14 Zoll Durchmesser); Erdöl, flüssig und zu, im Bruche muscheligem, Erdpech eingedickt (Parche und Coxitambo); splitterigen Hornstein in Feuerstein übergehend (Delay); Zinnober-Gänge (Cerros de Guazun und Upar im

Nordosten des Dorfes Azogues); Lagen schwärzlichen, erdigen Manganoxydes (westlich von der Stadt Cuença); körnigen und blätterigen Kalk (Portete, westliche Grenze des Llano de Tarqui). Diese Kalk-Formation, im Lande sehr uneigentlich Bandjaspis genannt, zeigt wechselnd Schichten von körnigem Kalk, ähnlich dem Kararischen Marmor und von milchweißem, wellig gebogenem Faserkalk. Die Gesammtmasse ist durchscheinend, wie der schönste Orientalische Alabaster (Memphitischer Marmor, Phangites der Alten). Ich würde in Versuchung gekommen seyn, diese Felsart, von Tarqui, von den Bildhauern geschätzt wie der Florentinische Alabaster und der Marmor von Tolonta, zwischen Chillo und Quito, für eine Abänderung des Travertins, für ein Süßwasser-Gebilde anzusehen, wenn dieselbe nicht südwärts von Cuença an den Ufern des Machangara, nach dem Fall ihrer Schichten zu urtheilen, dem beschriebenen rothen Sandstein eingelagert schien. Immerhin muß der durchscheinende, bandartig gestreifte, Marmor aus der Gegend von Tarqui unterschieden werden von dem undurchsichtigen, körnigen Kalk von Cebollas, der etwas nördlich von Cuença zu Tag ausgeht, und der, überdeckt von rothem Sandstein, wahrscheinlich dem Glimmerschiefer (§. 10) vom Cañar aufgelagert ist. Im vulkanischen Gebiete der Andes sind die Plateaus oder erhabenen Bassins theils erfüllt mit Flötz-Formationen, die Porphyre der Uebergangszeit bedeckend; theils mit sehr jugendlichen Flötz- und Süßwasser-Gebilden, dem trachytischen Tuff aufgelagert. Erst zu einer Zeit, wann unterrichtete Gebirgsforscher ihren Wohnsitz werden aufgeschlagen haben in den großen Städten, auf dem Rücken der Kordilleren gelegen — Städte, welche als künftige Mitelpunkte Amerikanischer Versittigung gelten können —, darf man verlässige Aussprüche erwarten über jene Streifen von Kalk-, Gyps- und Sandstein-Gebilden, die zwischen 1200 und 1600 Toisen Höhe gelagert sind.

5. Peru. Die rothe Sandstein-Formation von Cuença, an mehrern Stellen mit Körnergyps-Lagen überdeckt (Muney, Juncay und Chalcay, im Westen von Nabon), findet man wieder in Hoch-Peru, zu 1460 Toisen Höhe, auf dem großen Plateau von Caxamarca.

Dieser Sandstein von Caxamarca ist gleichfalls thonig, ohne Muscheln, aber erfüllt mit Braun-Eisenstein. Es hat mir geschienen, als sey er gelehnt an Porphyr von trachytischem Ansehn (Cerros de Aroma und de Cundurcaga). Auf ihm liegt der Alpenkalk von Montan und von Micuipampa, berühmt durch seinen Erzreichthum. Die heißen, Schwefel-Wasserstoffhaltigen, Quellen aus dem Sandstein von Cuença hervortretend (2° 53′ südlicher Breite) und jene von Tollacpoma bei Caxamarca (7° 8′ südlicher Breite) haben fast dieselbe Luftwärme, 70° und 69° Cent.

Die Uebereinstimmungen der rothen Sandsteine von Neu-Grenada, von Peru und von Quito, mit den gleichnamigen Felsarten des Landes, wo Füchsel[1] die früheste Beschreibung der großen Steinkohlen-Formation entwarf, muß alle erfahrne Gebirgskundige überraschen. Ohne bei so bekannten Thatsachen zu verweilen, wie der Wechsel gröberer Konglomerate und höchst feinkörniger Sandsteine; oder die Abwesenheit aller kalkigen Bruchstücke, Bruchstücke, die, als äußerst seltene Ausnahme, in den Trümmer-Gesteinen des rothen Pyrenäen-Sandsteins (Thal von Barillos) gefunden worden; oder die eingelagerten Schichten von Steinkohlen, Thon, Braun-Eisenstein oder Kalk, will ich mich darauf beschränken, an die, in den rothen Sandsteinen Deutschlands vorhandenen, Queckſilbererze zu erinnern (Mörsfeld und Landsberg bei Moschel im ehemaligen Zweibrückischen, ferner Dombrava in Ungarn), an die zerstreuten Hölzer von Monocotyledonen (Siebigkerode, Helbra und Rothenburg in Thüringen), an die Achate, Hornsteine und Feuersteine, in Chalcedon übergehend (Kiffhäuser, Wiederstädt, Goldlauter und Großreina in Sachsen, im gröbern Konglomerat des rothen Sandsteins; Oberkirchen und Tholey im ehemaligen Zweibrückischen; Netzberg unfern Ilefeld am Harz, im Mandelstein des rothen Sandsteins), endlich an das Erdpech (Naundorf und Gnölzig in der Grafschaft Mannsfeld). Alle diese Erschei-

---

1 Historia terræ et maris, ex historia Thüringiæ eruta.

nungen finden sich wieder in jenen Theilen vom Aequinoktial-Amerika, welche ich durchwandert habe.

6. Ufer des Amazonen-Stroms. Das große Becken des Amazonen-Stroms bietet, wenigstens in seiner westlichen Hälfte, dieselben Thatsachen, deren ich gedacht habe bei Darlegung des geognostischen Gemäldes der Llanos von Venezuela und des Bassins vom Orinoko. Beim Herabsteigen vom Gipfel der granitischen Andes von Loxa über Guancabamba nach den Ufern des Chamaya, trifft man, dem Uebergangs-Porphyr von Sonanga aufgelagert, einen Sandstein mit einem thonigen Bindemittel, und auf diesem Sandstein ruht ein Kalk, der Gyps einschließt und Steinsalz. Der Sandstein von Chamaya erfüllt, in 190 bis 260 Toisen Höhe über dem Meeres-Niveau, die Ebenen von Jaen de Bracamoros. Er setzt Hügel zusammen mit jähen Abstürzen, zerstörten Festungswerken ähnlich. Man unterscheidet daselbst Lager aus kleinen abgerundeten Quarzkörnern bestehend, und gröbere Konglomerate, gebildet durch Rollsteine von Porphyr, von Lydischem Stein und von Quarz, zwei bis drei Zoll im Durchmesser habend. Die gröbern Trümmer-Gesteine sind ziemlich selten; indessen setzen sie den pongo von Rentema zusammen und andere Fels-Dämme, welche den hohen Maragnon durchziehen und der Schiffahrt auf diesem Flusse hinderlich sind. Unter den Bruchstücken, eingeschlossen im Sandstein von Chamaya, ist es mir nicht gelungen auch nur ein einziges aufzufinden, das von kalkigen Felsarten abstammte. Diese Thatsache, die Gegenwart der in der Masse enthaltenen Lydischen Steine, der Wechsel von kleinkörnigem Sandstein mit gröbern Konglomeraten, überall so selten (Schochwitz in Sachsen) im bunten Sandstein, endlich das Aufgelagertseyn des Zechsteins und des Steinsalzführenden Gypses auf dem Sandstein des Amazonen-Stroms, sprechen für die Einerleiheit dieser Formation und jener von Cuença und Caxamarca, des Unterschieds in der absoluten Höhe von mehr als 1000 Toisen ungeachtet. Wir haben bereits gesehen, wie, in Neu-Grenada, der Kohlen-Sandstein sich herabzieht vom großen Plateau von Bogota nach den Ebenen des Rio Magdalena. Eine höchst denk-

würdige Eigenthümlichkeit und die, für den ersten Anblick, den Sandstein des Amazonen-Stromes und jenen von Chamaya vom bunten Sandstein Europas zu entfernen scheint, ist die Einlagerung einiger Schichten losen Sandes. Ich habe zwischen Chamaya und Tomependa Lagen quarzigen Sandsteins von drei bis vier Fuß Mächtigkeit wechseln sehen mit Schichten quarzigen Sandes, sieben bis acht Fuß mächtig. Der Parallelism dieser wenig fallenden Lager ist auf weite Strecken beobachtbar. Ich weiß sehr gut, daß Gemenge aus Sand und festem Sandstein eigentlich mehr den bunten Sandstein bezeichnen, jenen, der dem Zechstein aufgelagert ist (Wimmelburg und Cresfeld in Sachsen), und den jüngsten Flötz-Gyps auf dem knochenführenden Gypse ruhend (Gegend von Paris); aber die Herren Voigt und Jordan haben, auch im rothen oder Kohlen-Sandstein, Schichten von Triebsand gefunden (Röhrig unweit Bieber, und Kupferberg bei Walkenried). Man könnte sich zum Glauben veranlaßt sehen, daß die so eben angedeuteten Uebereinstimmungen zwischen dem Flötz-Sandstein und dem Meeressande sich bis zu einem gewissen Grade bekräftiget fänden durch das häufige Vorhandenseyn versteinter Echiniten, welche zerstreut vorkommen, auf der Außenfläche des Bodens, an den Küsten des Amazonen-Stromes, in 195 Toisen Höhe, und nahe bei Micuipampa mehr als 1800 Toisen hoch; allein es ist denkbar, daß, in jenen, bis jetzt so wenig erforschten Gegenden, sehr jugendliche Kalk-Formationen den Zechstein überdecken; und keine Erscheinung spricht dafür, daß der Sandstein von Chamaya, zugleich wechselnd mit Sandschichten und mit Konglomeraten, welche Bruchstücke von Porphyr und von Lydischem Stein eingeschlossen enthalten, ein Flötz-Sandstein neuen Ursprungs sey, ähnlich dem des Pariser Gebietes.

An die Betrachtung des Kohlen-Sandsteins sollte ich vielleicht unmittelbar jene des Zechsteins oder Alpenkalkes reihen, weil beide Felsarten häufig nur eine Formation ausmachen; ich ziehe jedoch vor, zuerst das Quarz-Gebilde von Guangamarca (Flötz-Quarz) zu schildern, ein dem Kohlen-Sandstein paralleles Gebilde: es ist ein geognostisches Aequivalent, der südlichen Erdhälfte ausschließlich zustehend.

Flötz-Quarz-Gestein.

§. 27. Diese denkwürdige, den Geognosten Europas gänzlich unbekannte, Formation herrscht in den Andes von Peru, zwischen dem siebenten und achten Grade südlicher Breite. Ich habe sie bald auf Uebergangs-Porphyren gelagert gesehen (östlicher Abhang der Kordilleren, Cerro de N. S. del Carmen bei S. Felipe, 982 Toisen; Paramo de Yanaguanga zwischen Micuipampa und Caxamarca, 1900 Toisen, und auf dem westlichen Abhang der Kordilleren, Namos und Magdalena, 690 Toisen), bald auf Ur-Granit (Chala, in der Nähe der Küsten des stillen Meeres, 212 Toisen). Dieß Aufgelagertseyn auf Felsarten so sehr verschiedenen Alters beweißt die Selbstständigkeit des Gebildes, dessen nähere Kenntniß wir jetzt geben. Auf dem Ost-Abhange ist dasselbe bei weitem weniger entwickelt, als auf dem West-Abhange der Andes. Hier erreicht es eine Mächtigkeit von mehreren Tausend Fuß nach einer den Schichtungs-Klüften senkrechten, Abschätzung: es vertritt den rothen Sandstein; denn auf ihm ruht unmittelbar der Zechstein oder Alpenkalk (Indische Dörfer de la Magdalena und de Contumaza). Dieser Flötz-Quarz ist entweder als jüngste der Uebergangs-Formationen zu betrachten, oder als älteste der Flötz-Gebilde: es ist ein wahrhaft dichter oder körniger Quarz, nicht zerfressen oder blasig, am häufigsten graulichweiß oder gelblich und undurchsichtig; er ist nicht gemengt, weder mit Talk, noch mit Glimmer. Bald zeigt sich die Felsart dicht und splitterig im Bruche, wie der Lager-Quarz des primitiven Granit-Gneisses; bald sehr feinkörnig, dem Quarz im Uebergangskalk-Gebiete der Tarantaise ähnlich. Mithin ist sie weder ein sandsteinartiges Gestein, noch eine Abänderung des Quarz-Sandsteins mit kieseligem Bindemittel, in welchem das Bindemittel nach und nach verschwindet, und der zugleich dem bunten Sandstein angehört (Detmold), dem Quader-Sandstein, dem grünen Sandstein (green sand), dem Töpferthon (Trapp-Sandstein) und dem jüngsten Flötz-Gebiete (Wald bei Fontainebleau). Die tiefen Schluchten den Abhang der Kordilleren zerschneidend, erleichtern die

Beobachtung dieser Quarz-Formation, welche überaus gleichartig ist und frei von Versteinerungen, auch ohne untergeordnete Lager. Ich habe sie mehrere Tage hindurch untersucht, in der Hoffnung, in einer vom Zechstein überlagerten Felsart und den Sandstein vertretend Spuren irgend eines Bindemittels aufzufinden, oder verkittete Körner oder Bruchstücke: alle meine Nachforschungen waren vergebens; nirgends habe ich die Ueberzeugung erlangt, daß dieser dichte oder körnige Quarz eine sandsteinartige Bildung sey, oder ein Trümmer-Gestein. Die Felsart ist zuweilen sehr regelvoll abgeschieden in Schichten von acht Zoll bis zwei Fuß Mächtigkeit: Streichen (Aroma, Magdalena und Cascas) N. 53° — 65° W.; Fallen 70° — 80° in S. O. Auf dem Ost-Abhange der Andes, an den Ufern des Chamaya, erscheint ein Quarzlager ähnlich dem beschriebenen, eingelagert in graulichblauen, dichten Kalkstein-Gebilden. Dieser Kalk ist kein Glied der Uebergangszeit (wie man dieß glauben könnte in Hinsicht der Lagerungs-Beziehungen des dichten Quarzes von Pesay und von Tines in der Tarantaise, §. 20); Menge und Art seiner Muscheln, dann das Gebogene der Schichten, scheinen im Gegentheil ihn dem Zechstein oder Alpenkalk näher zu bringen. Es ist keine außergewöhnliche Erscheinung, daß ein Kiesel-Gestein, die Unterlagen eines Kalkes ausmachend, in diesen vordringt und darin ein untergeordnetes Lager zusammensetzt. Ein solches Vordringen beobachtet man auch zuweilen, aber bei Gängen (Cerro de N. S. del Carmen unfern San Felipe), in der Formation, auf welcher der Quarzfels gelagert ist. Der Alpenkalk von San Felipe überdeckt dieß Gestein, und letzteres ruht auf einem grauen Uebergangs-Porphyr, der von, drei Fuß mächtigen, Quarz-Gängen durchzogen wird.

Es wird nicht überflüssig seyn, am Schlusse dieses Abschnittes die Bemerkung ins Gedächtniß zurückzurufen, daß neun Formationen von Quarz und von quarzigem Sandstein der Ur-, Uebergangs- und der ältern und neuern Flötzzeit unterschieden werden müssen, wovon nur die zweite und die vierte selbstständig sind, während die andern bloß untergeordnete Lager ausmachen: 1. Quarz (Lagerquarz) der

Granit=Gneisse, der Glimmerschiefer und der Ur=Thonschiefer; 2. chloritischer oder talkiger Quarz von Minas Geraes in Brasilien und von Tiocaxas in den Andes von Quito, eine selbstständige Formation, aus der Urzeit, dem Thonschiefer (§. 16) folgend, und ihn vertretend, wie in Norwegen; 3. dichter Uebergangs=Quarz, beschrieben von den Herrn Brochant, Hausmann und von Buch, untergeordnet (§. 20) den kalkigen und schieferigen Gesteinen der Tarantaise, jenen von Kemi=Elf in Schweden und von Skeen in Norwegen (§. 23); 4. Flötz=Quarz (§. 27), dem rothen Sandstein parallel und vordringend in den Alpenkalk der Andes von Contumaza und von Huancavelica. Diesen Formationen reinen Quarzes kann man noch die durchaus quarzigen Massen beifügen: 5. des bunten Sandsteins; 6. des Quader=Sandsteins; 7. des grünen Sandsteins oder Flötz=Sandsteins mit Braunkohlen, seine Stelle einnehmend zwischen dem Jurakalk und der Kreide; 8. des Sandsteins dem tertiären Flötz=Sandstein mit Braunkohlen (Töpferthon) oberhalb der Kreide zugehörig; 9. des Sandsteins von Fontainebleau. Man bestimmt eine Felsart mit desto mehr Sicherheit, wenn man die Uebersicht der Formationen, einander ähnlich dem Bestande nach, aber höchst verschieden hinsichtlich der Lagerung, nicht aus dem Auge verliert.

II. Zechstein oder Alpenkalk (magnesian limestone); wasserhaltiger Gyps; Steinsalz.

§. 28. Die Benennung Zechstein wird, von den Bergleuten und Geognosten Deutschlands, gewöhnlich nur für eine einzige Schicht der Formation angewendet, welche zu schildern wir uns jetzt anschicken: in solchem Fall unterscheidet man den dichten Kalkstein (Zechstein) vom Kupferschiefer, als unmittelbarer Unterlage desselben, und von den auf ihm ruhenden Gypsen und Stinkkalken. Ich nenne Zechstein, die ganze Gruppe von welcher diese Felsart als geognostischer Stellvertreter betrachtet werden muß. Es ist eine große Kalk=Formation, dem rothen oder Kohlen=Sandstein unmittelbar folgend, und zuweilen diesem Sandstein so innig verbunden, daß sie

sich eingelagert darin findet. Die obere Grenze des Zechsteins ist schwieriger bestimmbar: in Deutschland und in mehreren Gegenden des östlichen Frankreichs endigt jene Gebirgsart da, wo der bunte Sandstein anfängt. In England ist der magnesian limestone, der durch seine geognostische Stellung den Zechstein vertritt, von einer mergeligen und salzführenden Formation überdeckt (red marl), welche viel Uebereinstimmung zeigt mit dem bunten Sandstein Deutschlands; denn in dem letztern nimmt man auch häufiger Thon- und Mergel-Schichten wahr, als in dem eigentlichen Sandstein. Wie, von anderer Seite, das Englische Steinsalz dem red marl zugehört, während der größere Theil des Steinsalzes vom Festlande Eigenthum des Zechsteins ist, so läßt sich annehmen, daß von den beiden einander ungefähr parallelen Formationen, dem red marl und dem bunten Sandstein — Mergel einschließend, Thone und Rogensteine — die erste dem Zechstein inniger verbunden sey, während die zweite mehr dem Muschelkalk angehört, und, in Fällen wo dieser und der Quader-Sandstein sich nicht entwickelt haben, dem gleichfalls mergeligen, und Rogenstein führenden, Kalkstein des Jura. Vielleicht sind es ähnliche Folgerungen, welche Herrn Buckland veranlaßten, in seiner trefflichen Uebersicht der Formationen Englands, im Jahr 1816 bekannt gemacht, den magnesian limestone und den red marl oder new red sandstone in einem und demselben Gebiete zu vereinigen. So groß der Werth ist, den wir auf geognostisches Verwandtseyn legen, so wie auf die Erscheinungen des Wechselns und des Vordringens bei Felsarten beobachtet, die einander unmittelbar folgen, so achten wir uns darum gleichwohl berechtigt, die verschiedenen Formationen des rothen Sandsteins, des Zechsteins und des bunten Sandsteins zu scheiden, wo, in beiden Erdhälften, wir solche in so außerordentlicher Entwickelung gefunden.

Im Verlauf dieses Werkes habe ich, nach dem Vorgange vieler berühmter Gebirgsforscher, zur Bezeichnung des Zechsteins mich des wohlklingendern Namens Alpenkalk bedient, obwohl ich sehr gut weiß, daß, nach den schönen Untersuchungen der Herren von Buch

und Escher, der größere Theil von den, die Hochalpen der Schweiz bildenden, Kalksteine dem Uebergangs-Gebiet zugehört (§. 22). Zu einer Zeit, wo die Geognosie durch die Erfindung schwankender, nur von einer äußerst kleinen Zahl Gelehrter angenommener Benennungen so sehr verwirrt worden, habe ich mir keine Aenderungen gestatten mögen in der bräuchlichen Nomenklatur, so fehlervoll und hart mir diese geschienen. Die Unvollkommenheiten in der Sprache der Geognosten bringen dem Wissen nur dann Nachtheil, wenn man nicht mit Klarheit die Lagerungs-Verhältnisse jeder Formation angibt, und die Grenzen, zwischen welchen diese Formationen sich umschrieben finden. Im südlichen Baiern, in Tyrol, in Steiermark und im Salzburgischen bestehen die Hochalpen von Benedict-Baiern, von Chiemsee, Hall, Ischel, Gmünden und Untersberg, sehr wahrscheinlich aus Zechstein. Am Montperdu, in der Pyrenäen-Kette, steigt diese Felsart, untermengt mit Stinkkalk, über 1750 Toisen empor. In den Andes von Peru umschließt der Zechstein, sehr verschieden vom Kalke der Uebergangszeit, versteinte Muscheln auf dem Gebirgs-Kamm zwischen Guambos und Monton und bei Micuipampa (1400 — 2000 Toisen); zwischen Yauricocha und Pasco (2100 Toisen); dann unfern Huancavelica, Acoria und Acobamba (2100 — 2207 Toisen). Diese Beispiele ergeben die sehr bedeutende Höhe, welche der Zechstein im Norden wie im Süden des Erdgleichers erreicht. Außer Zweifel scheint, daß man ihn in der Alpen-Region der Pyrenäen, Tyrols und der Andes findet; allein der Ausdruck Alpenkalk deutet eben so wenig an, daß alle Kalk-Alpen beider Welttheile aus Zechstein bestehen, als aus der Benennung Kohlen-Sandstein sich ergibt, daß die Steinkohlen ausschließliches Eigenthum des rothen Sandsteins sind. Die Frage: welche Alpen-Gipfel der Schweiz und Tyrols aus Zechstein zusammengesetzt und welche aus Uebergangs-Kalk gebildet sind, ist mehr eine mineralogisch-geographische, als eine Aufgabe allgemeiner Geognosie. Die Kenntniß der Formationen beschränkt sich auf die Schilderung eines Gesteins, das in der Reihe der Flötz-Gebilde seine Stelle einnimmt zwischen dem Kohlen-Sandstein und dem bunten

Sandstein, der mit Thon wechselt : sie spricht nicht ab über jene große Vielzahl von Gesteinen, deren Lagerungs-Beziehungen kein sicher anzeigendes Gepräge tragen, wie zum Beispiel über jene, den Dunstkreis berührenden, nicht überdeckten Kalk-Felsarten, welche unmittelbar gelagert erscheinen auf Glimmerschiefer, oder auf Grauwacke. Ueberall, wo der Kohlen-Sandstein fehlt, vermag man das Alter der Kalk-Gesteine nur nach den Aehnlichkeiten im Bestande zu beurtheilen und nach den untergeordneten Lagern : man bringt dieselben dieser oder jener Gruppe näher, so wie der Pflanzenforscher ein Gewächs, dessen Früchte er nicht zu untersuchen vermochte, vorläufig diesem oder jenem bekannten Geschlecht, dieser oder jener Ordnung anreiht. Solche Unschlüssigkeiten, solche Zweifel, weit entfernt, vom Unsichern der Klassifikation Zeugniß abzulegen, reden im Gegentheil dem lehrgerechten Wege das Wort, welchen das verlässige, geognostische Wissen einschlagen muß.

Der Zechstein, in seiner größten Allgemeinheit betrachtet, ist bald — in sehr erhabenen Bergen — ein Gebiet von hoher Einfachheit; bald — in Ebenen — zeigt er sich zusammengesetzt aus mehreren kleinen partiellen Formationen, die gegenseitig mit einander wechseln (Thüringen; Figeac, Autun, Villefranche). Seine Farbe ist am häufigsten graulich oder blaulich, zuweilen auch röthlich; er geht, besonders in höhern Gegenden, aus dem Dichten ins sehr Kleinkörnige über, und ist in solchem Falle von vielen kleinen Kalkspath-Gängen durchsetzt. Die Merkmale, von der Farbe entlehnt, und vom Bruche, sind indessen nicht von großer Bedeutung; denn je nachdem die färbende Substanz — gekohlter Wasserstoff und Eisen — verschiedenartig vertheilt wurde, eignen sich Zechstein und Uebergangs-Kalk zuweilen ähnliche Tinten an : jener wird schwärzlich, dieser graulichweiß. So findet sich die schwarze Färbung selbst bis zum Muschelkalke ausgedehnt (Herzogthum Anhalt-Dessau; Hettstädt; Osnabrück). Herr **Freiesleben** bemerkt durchaus richtig, daß der Zechstein im Allgemeinen nicht vollkommen glanzlos ist, sondern etwas schimmernd durch innig beigemengte kleine Kalkspath-Theilchen. Diese Art des Glänzens, allerdings jener der

Uebergangs-Kalksteine um Vieles nachstehend, trifft man nicht bloß in sehr erhabenen Bergen, sondern ebenfalls beim Zechstein der Ebenen. Hier ist es auch, wo unsere Felsart mitunter eine kleinkörnige Struktur erhält (am Deister und unfern Hameln; zwischen Bolkenhayn und Waldenburg, und nahe bei Tarnowitz in Schlesien). Ich habe dasselbe Streben zur Annahme einer krystallinischen Struktur beim Zechstein in Mexiko gefunden und bei jenen der Llanos von Venezuela: es ist dasselbe nicht, wie beim Jurakalke, durch eine Zusammenhäufung organischer Reste bedingt, und sehr mit Unrecht würde man es dem Uebergangs-Kalk allein zuschreiben. Kleine Schnüre weißen Kalkspaths, einen blaulichen Kalkstein durchsetzend, der vom Dichten zum Körnigen übergeht, deuten allerdings mehr das Uebergangs-Gebiet an, als den Zechstein der Ebenen; allein auf beiden Kontinenten finden sich jene kleinen Gänge auch in dem Kalkstein hoher Kalk-Gebirge wieder, die, ihren Lagerungs-Verhältnissen zu Folge und nach den untergeordneten Flötzen von Steinsalz und von bituminösem Thon, wie ich glaube, dem Zechstein zugehören. Zudem beobachtet man bei allen, dem rothen Sandstein aufgelagerten Formationen, daß — wahrscheinlich eine Folge galvanischer Einwirkung — die schwärzlichgrauen Kalksteine ihr färbendes Princip in der Nachbarschaft der Schichtungs-Klüfte einbüßen. Diese Entfärbung findet Statt bei den anstehenden Gesteinen. Die Anhäufung von Kohlenstoff hat sich nur im Mittleren der Schichten zu erhalten gewußt, und man würde sagen, daß die Felsart dem Zutritt des Lichtes ausgesetzt worden sey und jenem des Sauerstoffs der Atmosphäre.

Von sämmtlichen Flötz-Formationen ist der Zechstein jene, deren verschiedene Lagen am sorgsamsten erforscht worden: auch ist sie die, welche vorzugsweise dazu beigetragen, im Norden Deutschlands, diesem für Gebirgskunde klassischen Boden, die ersten bestimmten Ansichten zu wecken über das beziehliche Alter der Gebilde und über das Regelrechte ihrer Aufeinanderfolge. Da der Kupferschiefer des Zechsteines einen höchst wichtigen Gegenstand bergmännischer Arbeiten ausmacht, so mußte man durch fünf Formationen niedergehen,

durch den Muschelkalk, den faserigen und thonigen Gyps, den bunten Sandstein, den körnigen und salzführenden Gyps und durch den Zechstein, um die, zwischen dem Zechstein und dem rothen Sandstein gelagerte, silberhaltige Erze führende Schicht zu erlangen. Man darf behaupten, daß die Arbeiten des Bergmanns im Kupferschiefer des Mannsfeldischen in Deutschland, so wie die im Steinkohlen-Gebilde Englands, das Vorschreiten der Lagerungs-Geognosie — jenes Wissens, wovon Steno zuerst die wahrhaften Grundsätze andeutete — ganz besonders gefördert haben.

Der Zechstein, oder Alpenkalk, die älteste unter den Flötz-Formationen, umschließt als untergeordnete Lager: schieferige Thone, kohlenstoffhaltig und bituminös; Steinkohlen; Steinsalz; Gyps; Stinkkalk, dicht oder in mehr losen Theilen (Asche); talkhaltigen Kalk; Gryphiten-Kalk; eisenreichen Kalk (Eisenkalk); Rauchwacke; Sandstein; Galmei, Blei, Eisenoxyd-Hydrat und Quecksilber. Wir fügen diesen Angaben einige Substanzen bei, welche sich zuweilen zerstreut finden im Zechstein, ohne darin zusammenhängende Lager zu bilden, wie Schwefel, Hornstein und Bergkrystall. Leicht vermag man, unter der Gesammtheit jener Massen, drei Folgereihen zu unterscheiden: die bituminösen oder kohlenstoffhaltigen, die salzführenden, und die metallischen. Der Kupferschiefer, erfüllt mit versteinten Fischen; der Stinkkalk, das Steinsalz und der Gyps, der Galmei und der Bleiglanz, gelten als die wichtigsten Typen jener drei Reihen: sie sind selbst, bis zu gewissen Punkten, durch ihr gegenseitiges geognostisches Begleiten, diensam um die Formation, welche wir beschreiben, wieder zu erkennen bei zweifelhaften Lagerungs-Beziehungen.

Schieferige Thone oder Mergel, Kohlenstoff-haltig oder bituminös. Die Anhäufung von Kohlenstoff, das Uebergangs-Gebilde bezeichnend, besonders jenes neuester Entstehung, erreicht ihr Höchstes im rothen Sandstein: hier tritt der Kohlenstoff nicht mehr als Graphit oder als Anthrazit auf, sondern als bituminöse Kohle. Die Formation des Alpenkalkes, jener des rothen Sandsteins oder des Kohlen-Sandsteins so innig verbunden, theilt-

bis zu einer gewissen Grenze, jenen Ueberfluß an hydrogenisirtem Kohlenstoff: bald zeigt sich das Ganze der Massen (südliches Baiern und Merlingen am Thuner-See; Süd-Amerika, Berge von Neu-Andalusien) durchdrungen von bituminösen Theilen; bald sind nur die eingelagerten Schichten von Thon oder von Mergel Bitumenhaltig. Das am meisten bekannte Lager der Art ist der Kupferschiefer im Mannsfeldischen, den man in der neuen Welt wieder findet, fossile Fische umschließend, unfern Ceara (Brasilianische Ebene), bei Pasko (in 2000 Toisen Höhe; Andes von Peru), um Mondragon (Plateau von Potosi) und bei Pongo de Lomasiacu (Ufer des Amazonen-Stromes, Provinz von Jaen). Am häufigsten ist nur eine einzige Kupferschiefer-Schicht vorhanden; sie erscheint gleichsam wie zurückgedrängt gegen die untere Grenze des Zechsteines. Diese Lagerungs-Beziehung war es, welche dieselbe lange Zeit hindurch als selbstständige Formation hat betrachten lassen: als eine Formation, ihre Stelle einnehmend zwischen dem Zechstein und dem rothen Sandstein. In andern Gegenden (Conradswalde, Prausniz und Hasel in Schlesien) treten mehrere Bänke auf, mit den Zechstein-Lagern wechselnd und alle gleich bauwürdig. Das Kupfer und der silberhaltige Bleiglanz finden sich nur zufällig aufgehäuft in dieser partiellen Formation, und ich habe auf beiden Kontinenten (Chiemsee und Wallersee in Südbaiern; Gruben von Tehuilotepec in Mexiko, Cuchivano-Berg unweit Cumanacoa) diese Mannsfeldischen Kupferschiefer vertreten gesehen durch schwache Lagen eines kohlenstoffhaltigen, schieferigen Thones, der schwärzlichbraun ist und wenig bituminös, aber erfüllt mit Kiesen. Diese Thatsache scheint den Zechstein der Ebenen dem der Hochgebirge zu verbinden, bei welchem das Gelagertseyn auf Kohlen-Sandstein minder augenfällig ist. In den Andes von Montan (1600 Toisen Höhe, nördliches Peru) wechseln schwarze Thone, fünf bis achtzehn Zoll mächtig, mit Zechstein. Die schieferigen und mergeligen Thone neigen sich vom Zechstein oder Alpenkalk einerseits zum rothen Sandstein und Uebergangs-Kalk, und anderseits zum Jurakalk. Im rothen Sandstein findet sich der kupfer- und silberhaltige Schiefer wieder,

aber mit großer Anhäufung von Kohlenstoff (Suhl und Goldlauter in Sachsen). Im Uebergangs-Kalk (Schwaz in Tyrol) werden die Thone mehr glimmerreich und verlaufen sich in Uebergangs-Thonschiefer; sie umschließen (Glaris), wie die Schichten des Zechsteins (Eisleben) und gleich jenen des rothen Sandsteins (Grube St. Jakob unfern Goldlauter), Reste versteinerter Fische. Im Jurakalk sind die Mergel mehr kalkhaltig, lichter von Farbe, weiß oder blaulichgrau. Allein, ungeachtet der Uebereinstimmungen, welche zuweilen schieferige, sehr kohlenstoffreiche Thone des Zechsteins wahrnehmen lassen, mit jenen des Kohlen-Sandsteins, werden dennoch nur in den letztern, den unmittelbaren Ueberlagerungen der Kohle, die wahrhaften Farnkraut-Abdrücke aus der Gruppe der Polypodiaceen getroffen; die Kupferschiefer zeigen bloß Lycopodiaceen, eine Familie, welche Swartz seit langer Zeit schon von den Farnkräutern getrennt hat.

Steinkohle. Obgleich, wie im Vorhergehenden angegeben worden, die Anhäufung des Kohlenstoffs vorzugsweise die Formation des rothen Sandsteins bezeichnet und das Erdpech mehr dem Alpenkalk-Gebilde eigenthümlich ist: so finden sich dennoch auch in diesem wahre Steinkohlen, theils auf Lagern (zwischen Nalzon und Pereilles in den Pyrenäen; zu Huanuco in den Peruanischen Andes, in 2000 bis 2200 Toisen Höhe); theils in einzelnen, zerstreuten Theilen im Kupferschiefer (Eisleben in Sachsen, Thalitter im Großherzogthum Hessen). Es ist eine sehr denkwürdige und längst bekannte Thatsache, daß die Pechkohle ganz besonders auf den Abdrücken versteinter Fische sich zeigt: sie vertritt hier den Eisenkies (zwischen Mörsfeld und Münsterappel im Zweibrückischen), das Gediegen-Queckfilber und den Zinnober. Die Kohlen-Schichten untermengt mit Meeresmuscheln und mit Bernstein (Häring und Miesbach in Tyrol; Entrevernes am Annecy-See in Savoyen) finden sich nicht im Zechstein; es sind Braunkohlen, welche weit neuern Formationen zugehören: sie erscheinen dem Zechstein aufgelagert in einzelnen Becken, und besitzen, gleich allen örtlichen Gebilden, ihre Sandsteine und ihre Thone.

Steinsalz und Salzthon. Die Steinsalz-Massen im Alpenkalk oder Zechstein sind nicht sowohl den Lagern blätterigen Gypses untergeordnet, als vielmehr einer eigenthümlichen Thon-Formation, welche lange Zeit hindurch von den Gebirgskundigen vernachläßigt worden und die ich unter dem Namen Salzthon habe kennen gelehrt. Sie bezeichnet, in beiden Kontinenten, die Steinsalz-Niederlagen, auf dieselbe Weise wie der Schieferthon oder Thon mit Farnkraut-Abdrücken die Steinkohlen-Niederlagen kenntlich macht. Dieß salzführende Gebilde, in welchem der Gyps gleichsam nur zufällig auftritt, ist vorzüglich Gegenstand meiner Nachforschungen gewesen, auf den Reisen, die ich, veranlaßt durch die Preussische Regierung, in den Jahren 1792 und 1793, in die Salz-Bergwerke der Schweiz, des südlichen Deutschlands und Pohlens unternahm. Ich habe dasselbe, auch in den kleinsten Zügen übereinstimmend, in den Kordilleren Amerikas wiedergefunden, und außer Zweifel ist, daß seine physiognomische Kenntniß von höchster Wichtigkeit sei für Alle, die sich mit Auffindung von Salz-Niederlagen abgeben in Ländern, die man bis jetzt für arm an Salz gehalten.

Die Farben des salzführenden Thones sind meist (Hall, Ischel, Aussee) rauchgrau, graulichweiß und blaulichgrau (Berchtolsgaden, Wieliczka); zuweilen ist dieser Thon auch schwärzlichbraun, röthlichbraun (Leberstein der Tyrolischen und Steyermärkischen Bergleute) und selbst ziegelroth. Man findet ihn theils in sehr mächtigen Massen, theils zerstreut in kleinen, rhomboederartig gestalteten Partien, bald in Steinsalz (Zipaquira in Neu-Grenada), bald in Gyps (Neustadt an der Aisch in Franken; Reichenhall in Baiern), der dem Alpenkalk untergeordnet ist. Die Farben des salzführenden Thones sind bei weitem vielartiger und mehr gemischt, als jene des Schieferthones, von welchem die Steinkohlen überdeckt werden. Der erstere braust etwas mit Säuren; seine Farben rühren zugleich von Kohlenstoff her und von Eisenoxyd. Auf dem Plateau von Bogota habe ich jenen Schieferthon mit Asphalt gemengt gefunden und die Finger schwarz färbend. Er saugt das Sauerstoffgas der Atmosphäre gierig ein, sowohl unter den Glocken, als in den gro-

ßen, kreisrunden, bergmännischen Weitungen (Sinkwerke, Währe), bestimmt mit süßem Wasser angefüllt zu werden um das salzführende Gestein auszulaugen. Seine Festigkeit ist überaus verschieden; vom Weichen steigt sie bis zur Härte des Kupferschiefers. Oft erscheinen zähe Massen (Schliefe) mit Kiesel-Substanz untermengt, so daß der Stahl ihnen Funken entlockt. Sie zeigen in solchem Falle krummschaalig abgesonderte Stücke. Einem zerreiblichen Thon eingebacken, bilden sie ein porphyrartiges Trümmer-Gestein. Der Salzthon ist frei von Glimmer-Blättchen und von den Abdrücken der Farnkräuter, welche dem Schieferthon der Kohlen zustehen: zuweilen trifft man indessen Meeresmuscheln in demselben.

Das Steinsalz kommt auf eine zweifache Art vor, entweder in mehr oder weniger sichtlichen Theilen dem Salzthon beigemengt, oder in mächtigen Lagern, wechselnd mit denen des Thones. Diese Art des Seyns bestimmt das Maximum (Wieliczka) oder das Minimum (Ischel) des Reichthums von Salzgruben; sie entscheidet, ob das Salz in großen Massen gewonnen werden muß (lapidicinorum modo, sagt Plinius, cæditur sal nativum), oder durch Auslaugen vermittelst süßer Wasser, welche man in unterirdische Kammern leitet. Auch wenn das rauchgraue Salz nur in rundlichen Körnern oder in kleinen Blättchen eingemengt ist, oder auf eine dem Auge nicht merkbare Weise, so bildet es dem ungeachtet fortgesetzte Rinden um die abgesonderten Stücke des Salzthones; es füllet alle Spalten, welche die Masse in vielseitige Bruchstücke theilen. Auf diese Weise entstehen thonige Trümmer-Gesteine (Hasel-Gebirge) durch Steinsalz gebunden. Zuweilen zeigen sich große Thonmassen (Hall in Tyrol) ganz frei von Salz; man nimmt an, sie seyen durch das im Innern der Erde kreisende Wasser ausgelaugt, — und diese auffallende Thatsache scheint dem ältesten Wagesatz über die Entstehung der Salzquellen das Wort zu reden.

Der körnige Gyps, graulichweiß, selten wasserfrei (Anhydrit, Muriazit), findet sich in mehr und weniger mächtigen Lagen im Salzthon; er zeigt sich häufiger darin als im Steinsalz: indessen ist sein Umfang stets minder beträchtlich, als der des Thones. Zu-

weilen trifft man den Gyps untermengt mit Stinkkalk und mit Krystallen von Rauten- oder Bitterspath. Bildet das Steinsalz keine wahren Bänke, oder zusammenhängende krystallinische Massen, so erscheint es im Thon als Stockwerk, das heißt in kleinen Gängen, welche in den vielartigsten Richtungen einander durchsetzen und schleppen. Seine Fasern stehen auf Hangendem und Liegendem der Gänge senkrecht (Berchtolsgaden). An andern Orten ist das Salz in sehr dünne Lagen vertheilt, welche unter sich eine parallele Richtung haben, sehr verschieden von Farbe sind, gewunden, im Allgemeinen senkrecht (Hallstadt und Hallein), selten weniger geneigt als 30° (Aussee). Ueberall, wo der körnige Gyps im Salzthon gänzlich fehlt, findet man ihn vertreten durch einzelne Gypsspath-Krystalle. Die ganze Formation umschließt, hin und wieder zerstreut, Kiese, braune Blende und Bleiglanz. Zu Zipaquira, im südlichen Amerika (Grube Rute), bilden die Kiese gemeinschaftlich mit Braunkalk eigenthümliche Zusammenhäufungen von plattgedrückter, rundlicher Gestalt und von achtzehn bis zwanzig Zoll Durchmesser. Diese Sphäroide sind eingeschlossen in Salzthon und haben im Innern kleine hohle Räume von drei bis vier Zoll, die erfüllt sind mit Eisenspath-Krystallen. Diese seltsame Thatsache habe ich in den, von mir besuchten, Steinsalz-Gruben Deutschlands, Pohlens und Spaniens nicht gesehen; aber die Häufigkeit der Kiese im Salzthon klärt einigermaßen auf über den Geruch nach geschwefeltem Wasserstoffgas, welcher den Steinsalz-Quellen so oft eigen ist. Der Bleiglanz findet sich nur in kleinen Theilchen in der Salz-Niederlage von Hall in Tyrol; aber er ist in großen Massen entwickelt in den Gebirgen von (röthlichweißem und schwärzlichgrauem) Steinsalz, durch welche der Rio Guallaga und der Rio Pilluana (Peruanische Provinz von Chachapayas, am östlichen Abhang der Andes), sich auf einer Strecke von zwei Stunden einen Weg gebahnt haben.

Die Steinsalz-Niederlagen, auf beiden Kontinenten, berühren meist die Atmosphäre; sie gehen frei zu Tage aus, wie die Euphotid- und Serpentin-Formationen. Zuweilen sind sie überlagert

mit kleinen, ihnen ausschließlich angehörenden, Schichten von Gyps und von Stinkkalk. Mithin ist es nicht leicht, über das beziehliche Alter der Salz-Formationen abzuurtheilen. Die Haupt-Salz-Niederlage scheint mir sehr entschieden dem Zechstein oder Alpenkalk anzugehören; aber diese Behauptung schließt keineswegs die Möglichkeit aus, daß sie nicht andern, mehr partiellen, Formationen sich eingelagert finden könnte im Uebergangs-Gebiet, vielleicht selbst in Gebilden der jüngern Flötzzeit. Die Steinkohlen, die Rogensteine, die Braunkohlen haben sich auch in sehr von einander entfernten Zeitscheiden entwickelt; und demnach sind der rothe Sandstein, der Jurakalk und der Töpferthon die vorzüglichsten Lagerstätten jener drei Substanzen. Um diesen Gegenstand seiner größten Allgemeinheit nach abzuhandeln, will ich, dem Jetztstande unserer Kenntnisse gemäß, nach und nach die verschiedenen Steinsalz-Formationen im Uebergangs-Kalk angeben, im Zechstein und im bunten Sandstein mit Thon.

Der wasserfreie Gyps von Bex, Steinsalz eingesprengt enthaltend und in kleinen der Grauwacke untergeordneten Lagen, gehört, zu Folge der Beobachtungen der Herren von Buch und Charpentier, dem Uebergangs-Kalk an, aber höchst wahrscheinlich den jüngsten Schichten des Uebergangs-Gebildes. Von demselben Alter scheinen auch der Salz führende Gyps von Colancolan (ostwärts von Ayavaca, Andes von Peru), gemengt, wie der Uebergangs-Kalk von Drammen (Norwegen), mit asbestartigem Grammatit (Tremolit); die kleine Niederlagen von St. Maurice (Arbonne in Savoyen), und, nach Herrn Cordier, der Salzberg von Cardona in Spanien. Der wasserfreie Gyps bezeichnet diese Salz-Niederlage des Uebergangs-Gebietes recht eigentlich. Im südlichen Deutschlande, an den Ufern des Neckars (Sulz oberhalb Heilbronn, Friedrichshall zwischen Kochendorf und Jaxtfeld, Wimpfen unter Heilbronn), hat man durch Bohrversuche von 245 bis 760 Fuß Tiefe Steinsalz im Zechstein gefunden. Die schönen Werke der Herren Glenck und Langsdorf heben jeden Zweifel. Zu Sulz hat man nach und nach den Muschelkalk durchbrochen, das Thon-

Gebilde und den bunten Sandstein, einen blasigen Zechstein, von sehr geringer Mächtigkeit, und den rothen Sandstein, die unmittelbare Ueberlagerung des Granites der Bergstraße und des Schwarzwaldes. Um Friedrichshall und Wimpfen fehlen, nach den scharfsinnigen Beobachtungen des Herrn von Schmitz, die obern Lagen dem Zechstein gänzlich, und man hat in diesem — der blaulichgrau ist, und deßhalb oft für Uebergangs-Kalk angesprochen worden — wechselnde Schichten gefunden von Steinsalz, von Salzthon und von grauem und weißem Gyps. Im Großherzogthum Baden scheint das Salz führende Gebilde (Heinsheim bei Wimpfen am Neckar; Stein und Mühlbach; Kandern am Schwarzwald) von denselben Felsarten überdeckt, deren Folge man bei der Saline von Sulz getroffen hat.

Als einen sehr augenfälligen Beweis von der Lagerung der großen Salz-Formation im Zechstein oder Alpenkalk, glaube ich noch die nördliche Hälfte des Plateaus von Santa Fe de Bogota anführen zu können, wo das Werk von Zipaquira (Rute, Chilco und Guasal) sich in 1380 Toisen Höhe über dem Meeres-Niveau findet. Diese Salz-Niederlage, von mehr als 130 Toisen Mächtigkeit, ist überdeckt mit großen Massen körnigen Gypses: ein Gyps, welchen man, an mehreren, dem Werk sehr nachbarlichen, Stellen, dem, auf rothem Sandstein oder Kohlen-Sandstein ruhenden, Zechstein eingelagert trifft. Die Entfernung der Kohlen-Grube von Canoas und des Salzwerkes von Zipaquira beträgt nur sieben Stunden. Andere Kohlen-Lager (Suba, Cerro de Tunjos) sind noch näher, und man sieht den rothen, sehr quarzreichen, Sandstein unmittelbar unter dem Salzthon von Zipaquira hervortreten.

Im Salzburgischen, in Tyrol und in Steyermark, bin ich, von dem ersten Augenblick an, wo ich jene Gegenden untersuchte, nie im Zweifel gewesen über die innige Verbindung des Steinsalzes mit dem Zechstein. Viele berühmte Gebirgsforscher (die Herren von Buch und Buckland) theilen diese Ansicht; allein man muß einräumen, daß an allen Orten, wo die Alters-Verhältnisse nicht hinlänglich bezeichnet sind durch die Gegenwart des Kohlen-Sand-

steins, und da, wo die Ueberlagerung des Salz-Gebildes durch Schichten von bekanntem Alter nicht augenfällig ist, das Ergebniß der Beobachtungen keine vollkommene Ueberzeugung zu bieten vermag. In den Gruben von Hall unweit Innsbruck sieht man (Mitterberg-Stollen) die Salz-Niederlage unmittelbar überdeckt durch die Kalk-Formation, welche die nördliche Kette der Tyroler Alpen zusammensetzt. Dieser Kalkstein geht aus dem Grünlichweißen ins Blaulichgraue über; die deutlichsten Farben-Verschiedenheiten haben häufig einen Stinkstein-Geruch. Im Allgemeinen ist er dicht, zuweilen etwas körnig, von kleinem Korn, und wird durchsetzt von Adern weißen Kalkspathes. Diese Adern gelten manchen Geognosten, und vielleicht auf etwas zu unbedingte Weise, als den Uebergangs-Kalk bezeichnend. Das Gestein wechselt nirgends, weder mit Uebergangs-Thonschiefer, noch mit Grauwacke: es bildet (Wallersee) bogenförmig gewundene Schichten wie die Kalk-Felsen am Luzerner See. Herr von Buch hat darin häufig sehr kleine Turbiniten gefunden. Es ist dieß die einzige Gegend in Europa, wo ich eine große Kalk-Formation als unmittelbare Ueberlagerung des Steinsalzes getroffen habe. Ich glaube, daß dieselbe dem Zechstein zugehört, nach den Uebereinstimmungen in Lagerungs-Verhältniß und Struktur; ich sah sie zuweilen (Schloßberg bei Seefeld, Scharnitz) in dichten Kalk übergehen, mit glanzlosem, ebenem oder sehr flachmuscheligem Bruche, ähnlich dem lithographischen Kalkstein des Jura-Gebildes (lias). Die versteinten Fische, von einem bituminösen Mergel zwischen Seefeld und Schönitz umschlossen, entfernen noch mehr den Haller Kalkstein von dem Uebergangs-Kalk: um ihn indessen als unbezweifelten Zechstein anzusprechen, müßte man denselben auf rothem Todt-Liegenden ruhen sehen, welches, den Beobachtungen der Herren Uttinger und Keferstein zu Folge, den Uebergangs-Felsarten zwischen Ratenberg und Hering aufgelagert scheint, wie um die alten Gruben-Gebäude von Schwatz. Zu Hallstadt (Törringer Berg) und zu Ischel sahen der Herr von Buch und ich einen Alpenkalk, ähnlich dem von Hall, aber lichter gefärbt, meist röthlich, und reicher an Versteinerungen, dem

Gypse aufgelagert, wovon die Salz-Niederlage überdeckt wird. Weniger augenfällig ist diese Ueberlagerung zu Hallein (Gruben von Dürrenberg) und zu Berchtolsgaden: der den Salzthon bedeckende Gyps verbirgt sich unter einer, der jüngern Flötzzeit zugehörigen, Nagelflue. Die Niederlagen von Hallein und Berchtolsgaden haben mir, nicht wie jene von Wieliczka in Pohlen, dem Zechstein eingelagert geschienen, sondern dieser Formation aufgesetzt. Ich glaube sie neuer, als die große Steinkohlen-Formation; aber der rothe Sandstein fehlt in ihrer Nachbarschaft, und der Salzburger Kalk ruht (Ramsau-Thal) unmittelbar auf Grauwacke. Herr Buckland betrachtet die, den Salzthon von Hallstadt überdeckenden, Kalksteine und selbst jene von Bex, als dem lias, der untern Schicht des Jura, zugehörig.

Dem Steinsalz des Uebergangs-Anhydrits und dem des Zechsteins folgt, nach dem Alter der Formationen, das Steinsalz des bunten Sandsteins, oder, richtiger ausgedrückt, jenes des Thon- und bunten Sandstein-Gebildes. Diese Sandstein-Formation, der neue rothe Sandstein und rothe Mergel (new red sandstone and red marl) Englischer Geognosten, umschließt die Salz-Niederlagen Englands (Northwich). Sie enthält deren auch in Deutschland: es sey unfern Tiede (zwischen Wolfenbüttel und Braunschweig), wo die Herren Hausmann und Schulze kleine Steinsalz-Massen im rothen Thon des bunten Sandsteins (grès bigarré oolithique) zerstreut gefunden haben; oder zu Sulz (Königreich Würtemberg), wo man, ehe die Salzquellen im Zechstein erreicht wurden, unmittelbar unter dem Muschelkalk, zu 460 Fuß Tiefe, Steinsalz-Nester getroffen hat, in mergeligem Thon (red marl). Dieser Thon überdeckt, in 210 Fuß Tiefe, den bunten Sandstein, welchem er zugehört. Da in nicht sehr beträchtlicher Entfernung von Sulz (Friedrichshall und Wimpfen) das Steinsalz mit, dem Zechstein eingelagertem, Mergel und Gyps wechselt, so ist die geognostische Verwandtschaft zwischen den beiden Formationen des Zechsteins und des bunten Sandsteins außer Zweifel. Die Mergel und Salzthone mit körnigem Gypse erscheinen bald zwi-

schen dem Zechstein und dem Sandstein, bald in der einen oder in der andern dieser Formationen. Dem Thon und bunten Sandstein-Gebilde gehört auch das Salz von Pampeluna in Spanien an, durch Herrn Dufour untersucht, und die reiche Niederlage im Jahr 1819 unfern Vic in Lothringen entdeckt. Dieses Thon- und bunte Sandstein-Gebilde von Vic umschliesset kleine Lagen von Muschelkalk und ist von Jurakalk überdeckt. Der Einfluß, den eine genaue Kenntniß der Lagerungs-Verhältnisse der Gesteine in neuester Zeit auf die Entdeckungen von Steinsalz in Schwaben gehabt, dann in Frankreich und in der Schweiz (Eglisau im Kanton Zürich), muß als eine höchst denkwürdige Thatsache gelten.

Ich bezweifle, daß man bis jetzt entschiedene Beweise habe über die Gegenwart des Steinsalzes im Muschelkalk; denn man darf nicht, wie sich dieß gleich ergeben wird, jene Lagerungs-Beziehung allein aus der Gegenwart salziger Quellen ableiten. Der Muschelkalk wechselt in seinen untern Schichten mit der Formation des Thones und des bunten Sandsteins: da er zuweilen (Sulzburg bei Naumburg) Mergel mit Faser-Gyps einschließt, so wäre die Entdeckung einiger salzführenden Lagerstätten in demselben nicht sehr auffallend. Spuren solcher Niederlagen hat man bei Kandern im Jurakalk wahrgenommen.

Gibt es Salzlager im jüngern Flötz-Gebirge oberhalb der Kreide? Mehrere geognostische Erscheinungen lassen dieß vermuthen; und man dürfte fast überrascht werden, hätten die letzten Austritte des Weltmeers, wenn auch nicht Lager von Steinsalz erzeugt, doch wenigstens von Salzthon. Indessen, beim gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse, ist die angeregte Frage noch nicht genugsam aufgeklärt. Herr Steffens betrachtet die Gypse mit Boraziten von Lüneburg und von Seegeberg (Holstein) als der Kreide aufgelagert. Der Gyps der letztgenannten Gegend enthält kleine Massen von Steinsalz eingewachsen; dem Lüneburger Gypse entspringen sehr reichhaltige Salzquellen in großer Menge. Andere Geognosten sehen die Formation des Boraziten-Gypses für weit älter an, als den Knochen umschließenden Gyps des neueren Flötz-Gebiets; sie er-

achten ihn als fast gleich mit dem Gypse des Zechsteins und des bunten Sandsteins. Die unermeßlichen Salz-Niederlagen von Wieliczka und von Bochnia; jene, welche sich von Galizien bis zur Bukowina und zur Moldau ausdehnen, scheinen dem Kohlen-Sandstein unmittelbar aufgelagert: sie beherbergen zugleich (und diese Thatsache ist sehr merkwürdig) Anhydrit, Tellinen, einschaalige Muscheln, Früchte in verkohltem Zustande, Blätter und Braunkohlen; diese Niederlagen sind nur mit Sand überdeckt und mit glimmerartigem Sandstein. Herr **Beudant**, in seinem wichtigen Werke über Ungarn, scheint sich zur Ansicht zu neigen, daß dieser Sand und diese Sandsteine mit der Molasse von Aargau übereinstimmend sind, und daß alle erzführenden Formationen Galiziens mit Braunkohlen wohl dem Töpferthon (grès à lignites) der jüngern Flötzzeit im Alter gleich seyn dürften, der seine Stelle einnimmt zwischen der Kreide und dem Grobkalk von Paris (calcaire grossier, calcaire à cérites). Das bituminöse Holz von Wieliczka, einen Geruch nach Trüffeln entwickelnd verdient allerdings auch alle Aufmerksamkeit; und wenn man nicht annehmen will, daß sich dasselbe nur zufällig dem Steinsalz beigemengt habe, daß es abstammt aus den aufgelagerten sandigen Schichten, so sieht man sich wieder veranlaßt zu glauben, daß Steinsalz und Sand einander hinsichtlich der Entstehungsfrist sehr nahe sind. Aber ist die Gegenwart von Braunkohlen stets ein Beweis von großer Neuheit einer Gesteins-Schicht? Ich bezweifle es. Wir wissen, daß Braunkohlen und Abdrücke von Dicotyledonen **oberhalb** der Kreide gefunden werden und in den untern Schichten des Jurakalkes (Kalk mit Gryphiten; Le Vay, Issigny unfern Caen) und im Quader-Sandstein, so wie in kleinen, kohligen und mergeligen Lagen (Lettenkohle) des Muschelkalkes; endlich im bunten Sandstein Deutschlands, welchem auch die silberhaltigen Schiefer von Frankenberg (Hessen) zugehören. Man muß mit Sorgfalt die kieseligen, versteinten Hölzer unterscheiden von den Braunkohlen und vom bituminösen Holze; und wenn man letztere nur höchst selten trifft in den Thonen des bunten Sandsteins, so finden sie sich noch viel seltener im Zechstein, dessen kupferhaltige

Mergel nur versteinte Früchte einschliessen. In Toskana treten, nach Herrn **Brongniart**, die salzigen Quellen von Volterannois aus mergeligen Schichten hervor, welche mit körnigem Gyps (Alabaster) wechseln, und unmittelbar von jüngern Flötz-Gebilden überdeckt sind. Obgleich es fast unmöglich scheint, über das Alter nicht bedeckter Formationen abzusprechen, so machen mir mehrere Lagerungs-Beziehungen, welche ich auf dem neuen Kontinent zu beobachten Gelegenheit hatte, die Gegenwart von Salz-Niederlagen im jüngern Flötz-Gebilde sehr wahrscheinlich. Ich will nicht der Berge von Steinsalz in den gedehnten Ebenen nordostwärts von Neu-Mexiko gedenken, mit welchen uns Herr **Jefferson** zuerst bekannt gemacht hat, und die mit dem Kohlen-Sandstein im Verband zu stehen scheinen; aber anderer, sehr räthselvoller Niederlagen muß ich erwähnen, nämlich der Salzthone der trachytischen Konglomerate von la Villa Ibarra (Plateau von Quito, 1190 Toisen Höhe), so wie der ungeheuern Steinsalz-Massen, an der Erdoberfläche abgebaut (Wüste des untern Peru und von Chili), in den Steppen von Buenos-Ayres und in den unfruchtbaren Ebenen Afrikas, Persiens und von Transoxane. Nicht weit von Huaura (zwischen Lima und Santa, auf den Küsten des Süd-Meeres) habe ich Bänke des reinsten Steinsalzes den trachytischen Porphyr durchbrechen sehen. Der Salzthon von Araya (Meeresbusen von Cariaco), mit linsenförmigem Gypsspath untermengt, scheint zwischen dem Alpenkalk von Cumanacoa gelagert und dem jungen Flötzkalk von Barigon und von Cumana. In allen gemengten Gypsen ist das Steinsalz vom Erdöl und vom Erdpech begleitet.

Bei einer Vergleichung der Steinsalz-Niederlagen Englands (30 Toisen), von Wieliczka (160 Toisen), von Bex (220 Toisen), von Berchtolsgaden (330 Toisen), von Aussee (450 Toisen), von Ischel (496 Toisen), von Hallein (620 Toisen), von Hallstadt (660 Toisen), von Arbonne in Savoyen (750 Toisen?) und von Hall in Tyrol (800 Toisen), hat Herr **von Buch** sehr scharfsinnig beobachtet, daß der Reichthum der Niederlagen abnimmt mit ihrer Höhe über der Wasserebene des Weltmeers. In den Kordilleren von

Neu-Grenada, zu Zipaquira, finden sich ungeheure Steinsalz-Niederlagen, nicht unterbrochen durch Thonschichten, bis zu 1400 Toisen Höhe. Nur die Grube von Huaura, auf den Küsten von Peru, hat mir noch reicher geschienen: hier habe ich, wie in einem Kalkstein-Bruche, das Salz in Platten gewinnen sehen.

In Thüringen, eines der Länder, in welchen zuerst die Folge und das beziehliche Alter der Gesteine erkannt worden, war man lange des Glaubens, die Salzquellen seyen häufiger im körnigen Gypse des Zechsteins, als im faserigen und thonigen Gypse des bunten Sandsteins, und man hat den ersten als ausschließlich salzführend betrachtet. Die natürlichen Höhlungen im untern Gypse (Salzgyps und Schlottengyps) galten selbst als ehedem mit Steinsalz erfüllt. Bei Aufstellung solcher Wagesätze, auf eine zu geringe Zahl von Beobachtungen gegründet, hatte man vergessen, daß die Salz-Niederlagen weit weniger bezeichnet sind durch den körnigen Gyps, als vielmehr durch einen Thon (Salzthon), sehr ähnlich dem hone des obern oder faserigen Gypses. Die Salzquellen entspringen bald mehr gruppenweise, bald folgen sie einander in Streifen (Strichen) gewunden und gleichsam auf verschiedene Art abgesteckt. Die Richtung dieser unterirdischen Flüsse scheint nicht abhängig vom Ungleichen der Außenfläche des Bodens. Der Kreislauf jener Wasser im Erdinnern ist so, daß die salzreichsten häufig am fernsten seyn können von der Stelle, wo sie das Steinsalz auflösen. Ein hoher Grad der Sättigung beweiset nicht mehr für die Nähe dieser Ursache, als die Heftigkeit der Erd-Erschütterungen das Nahseyn vulkanischen Feuers andeutet. Theils verlieren sich die Quellen unter den tiefer liegenden Schichten; bald steigen sie, bedingt durch hydrostatischen Druck, gegen die obern Schichten empor. Ihre Lage allein vermag keineswegs aufzuklären über jene der Salzstöcke. Man kennt Salzquellen in Deutschland im Grauwackenschiefer der Uebergangs-Zeit (Werdah in Westphalen), im Porphyr des rothen Sandsteins (Kreuznach), im rothen Sandstein selbst (Neusalzbrunnen unfern Waldenburg), im Gyps des Zechsteins (Friedrichshall bei Heilbronn; Wimpfen am Neckar; Durrenberg? in Thüringen), in der Forma-

tion des Thons und bunten Sandsteins (Dax in Frankreich; Schönebeck, Staßfurth, Salzderhelden in Deutschland), und in Muschelkalk (Halle? in Sachsen; Süldorf, Harzburg). Man kann dieser Zusammenstellung noch beifügen den Jurakalk (Butz im Frickthal), und vielleicht die Molasse (neuerer Sandstein mit Braunkohlen) der Schweiz (Eglisau; Bohrversuche des Herrn Glenck). Bei Aufsuchen von Steinsalz dürfen wahre Steinsalz-Niederlagen nicht verwechselt werden mit den kleinen Massen, welche sehr reichhaltige Quellen zufällig, durch Verdünstung, abgesetzt haben können in die Spaltungen von Fels-Gesteinen.

Gyps und Stinkkalk. Formationen von, dem Gypse der Uebergangs-Zeit (§. 20) im Alter nachstehenden, Gypse zeigen sich in allen Kalk-Gebilden über dem rothen Sandstein, im Zechstein, im rothen Sandstein, selbst im Muschelkalk (wiewohl nur äußerst sparsam), im Jurakalk und im neuern Flötz-Gebiete. Der Gyps (unterer Gyps, Schlottengyps von Werner) dem Zechstein zugehörig ist nicht sowohl in weit gedehnten Lagen vorhanden, als vielmehr in regellosen Stücken; häufig (Thüringen) erscheint er dem Zechstein aufgelagert und wird überdeckt vom bunten Sandstein. Er ist dicht oder körnig, und wechselt mit Stinkkalk (Stinkstein), während der Gyps des bunten Sandsteins (oberer Gyps, Thon-Gyps (Werner's) vielmehr faserig ist und mit Thon gemengt. Diese Merkmale der Struktur und des Gemengtseyns zeigen sich indessen nicht allgemein. Wir haben weiter oben bereits die Erinnerung eingeschaltet, daß in den salzführenden Gypsen des Zechsteins der Salzthon eine außerordentliche Entwickelung gewonnen hat. Von einer andern Seite sind dem faserigen und thonigen Gyps des bunten Sandsteins zuweilen körnige Massen eigen (Alabaster von Reinbeck in Sachsen), Brekzien von Stinkkalk, und geräumige Aushöhlungen (Gypsschlotten): drei Erscheinungen, welche ganz allgemein den Gyps des Zechsteins bezeichnen.

Alle diese Thatsachen beweisen das Innige der Beziehungen die beiden großen Salz-Formationen verbindend, den Alpenkalk und den bunten Sandstein mit Thon. Unter der Aequinoktial-Zone des

neuen Festlandes habe ich häufige Beispiele von, dem Zechstein ein- oder aufgelagerten, Gyps-Schichten gesehen: in den Llanos von Venezuela (Ortiz, Mesa de Paja, Cachipo); in der Provinz von Quito (Plateau von Cuença, unfern Money und zwischen Chulcay und Nabon); im Plateau von Bogota (Tunjuellos, Checua, und, in mehr als 1600 Toisen Höhe über dem Meeres-Niveau, zu Cucunuva); in den Ebenen des Amazonen-Stromes (Guedraba turbia bei Tomependa); in Mexiko, zwischen Chilpansingo und Cuernavaca (bei Sochipala), und in den Erzgebirgen von Tasco und von Tehuilotepec.

Die Lager von Stinkkalk sind entweder dem Gyps und dem Salzthon untergeordnet, welche der Zechstein einschließt, oder sie stellen sich als Ergebniß einer zufälligen Anhäufung von Bitumen in dem Zechstein selbst dar. Diese Anhäufungen haben Anlaß zu Erdöl-Quellen und vielleicht auch zu den Feuern gegeben, welche, in Europa in den Apenninen (Pietra Mala, Barigazzo), in Amerika, in den Bergen von Cumanacoa (Cuchivano, 10° 6′ Breite) aus dem Alpenkalk kommen. Der Stinkkalk findet sich auch, aber weit seltener, im bunten Sandstein und im Muschelkalk (Belemniten-Bänke von Göttingen?). Die Asche und der Rauchkalk der Thüringischen Bergleute sind nichts als erdige, staubartige, oder krystallinische und poröse Abänderungen des, dem Zechstein zugehörigen, Stinkkalks. Da der Stinkkalk in Europa stets frei von Versteinerungen ist, so muß ich bei dieser Gelegenheit anführen, daß Herr **Bonpland** in den Ebenen von Neu-Grenada (Thal des Rio Magdalena, zwischen Morales und der Mündung des Caño Morocoyo) in einer Abänderung dieses Gesteins — die graulichschwarz war, äußerlich wenig glänzend, stark bituminös und von Kalkspath-Adern durchsetzt — Terebratuliten und Pektiniten gefunden hat.

Talkhaltiger Kalk. Man muß, in geognostischer Beziehung, zwischen den, dem Zechstein eingelagerten, Schichten (Gyps, Steinsalz, Bleiglanz) unterscheiden, welche einen, vom Haupt-Gestein durchaus verschiedenen, chemischen Bestand zeigen, und den besondern Abänderungen jenes Gesteins selbst. Die Abänderungen, so-

wohl was das Gefüge betrifft (mehr oder weniger krystallinisches Korn), rogensteinartige Bildung, Porosität), als in Hinsicht der Mischung (talkhaltiger Kalk, eisenschüssiger Kalk), sind minder wichtig, als man dieß beim ersten Anblicke glauben sollte. Man findet übereinstimmende Erscheinungen der Art in den Formationen von höchst verschiedenem Alter; sie bezeichnen gewisse Gebilde in Landstrichen von unbedeutender Ausdehnung: vergleicht man aber sehr weit entlegene Gegenden, so gewinnt man die Ueberzeugung, daß sie für jene Gebilde nicht einmal so charakteristisch sind, als die untergeordneten Lager von verschiedenartigem, chemischen Bestande. In England ist die große Masse des talkhaltigen Kalkes (magnesian limestone, red-land-limestone des Herrn Smith) — die häufig durchdrungen sich zeigt mit Madreporen (Mendiphills unfern Bristol) und einer Kalk-Brekzie verbunden ist, oder blasigen, der Rauchwacke ähnlichen Lagen (Yorkshire) — ohne Zweifel dem Zechstein parallel; sie liegt zwischen dem Kohlen-Gebilde und der Steinsalz-Formation: indessen trifft man, in Britanien, wie in mehreren Gegenden des Festlandes, — zu Folge der Untersuchungen der Herren **Buckland, Brongniart, Beudant, Conybeare, Greenough** und **Philipps** — das Gemische aus Talk und kohlensaurem Kalke (wovon **Arduin** schon im Jahre 1760 das Vorhandenseyn im Vicentinischen nachgewiesen hatte) auch im bunten Sandstein mit Thon (red marl), im Oolithen-Kalk des Jura, in der Kreide und im Grobkalk (Paris) der jüngsten Flötzzeit. Vielleicht daß selbst in Ungarn und in einem Theile von Deutschland die talkhaltigen Kalke mehr dem bunten Sandstein zugehören und den Rogenstein-Gebilden des Jura, als dem Zechstein. Diese Felsarten sind im Allgemeinen strohgelb (Gegend zwischen Sunderland und Bottingham), oder röthlichweiß; bald dicht, bald etwas körnig, perlmutterartig, glänzend auf dem Bruche; mitunter trifft man sie blasig und von Kalkspath-Adern durchzogen. Sie brausen wenig mit Säuren, und setzen, gleich dem eigentlichen Dolomit des Ur-Gebietes, oft nur dünne Lagen in einem nicht talkhaltigen Kalke zusammen. Wenn man in England im magnesian limestone und

im red marl mit Steinsalz zwei Formationen, zwischen den Kohlen und dem Rogenstein gelagert, den Zechstein und den bunten Sandstein des Kontinents erkennt: so darf man nicht vergessen, daß in Deutschland, wie in Ungarn, der Zechstein dem rothen Sandstein verbunden ist, oder dem Kohlen-Sandstein, während in England die Kohlen-Niederlagen sich im Allgemeinen in abweichender Lagerung finden mit dem magnesian limestone, und fast noch dem Uebergangs-Gebiete zugehören. Die drei großen Niederlagen von Kohlen, Steinsalz und Rogenstein — dem Gebirgsforscher gewissermaßen als Leitstern dienend, wenn er sucht sich zu orientiren im fremden Lande — sind überall auf gleiche Weise abgesetzt; aber die gegenseitige Verkettung der Formationen und der Grad ihres Entwickeltseyns erscheinen wechselnd nach den Oertlichkeiten. Wenn in England, durch Unterdrückung des Todt-Liegenden (nouveau conglomérat rouge), der talkhaltige Kalk (Zechstein) unmittelbar auf dem Kohlen-Gebilde ruht (Durham, Northumberland), so gilt die Kohle als von sehr mittelmäßiger Güte.

Eisenschüssiger Kalk, Rauchwacke und Gryphiten-Kalk. Der eisenschüssige Kalk (Eisenkalk, Zuchtwand) ist von brauner oder unrein gelber Farbe; bald dicht, bald körnig; voll kleiner, zelliger Räume; führt viel Spath-Eisenstein und macht Lagen aus in den obern Zechstein-Schichten (Kammsdorf, Schmalkalden, Henneberg). Man sieht ihn zuweilen durchzogen von Kupfer-Schiefer-Schichten; auch gewinnt er zum Theil eine solche Entwickelung, daß er alle unteren Schichten des Zechsteins vertritt. Nimmt er eine schwärzlichgraue Farbe an, wird er bituminös und voll kleiner Höhlungen, so legt man ihm in Deutschland den Namen Rauchwacke bei. Die Höhlungen der Rauchwacke sind eckig, bald weit, bald eng, und auf ihren Wandungen überkleidet mit Kalkspath-Krystallen. Diese kleine partielle Formation, welche Herr Karsten, in seinem Systeme der Gebirgsarten, mit dem höhlenvollen und schwammigen Kalke des Jura verwechselt hatte, ist zuweilen talkhaltig, von unvollkommenem Rogenstein-Gefüge (Tresfeld) und gemengt mit körnigem Quarze. Stinkkalk, eisenschüssiger

Kalkstein und Rauchwacke stehen in inniger Verbindung. Der Rauchwacke gehört großen Theils das Haufwerk von Gryphiten (G. aculeatus) an, welches den Namen Gryphitenkalk führt (calcaire à gryphées épineuses), das für den Zechstein als bezeichnend gilt und, wie wir später sehen werden, eine ältere Lage bildet, als der Kalk mit Gryphæa arcuata, der eine der untern Schichten des Jurakalks ausmacht.

Sandstein. Ueberall, wo der Zechstein oder Alpenkalk allein in großen Massen ausgeschieden worden, und folglich dem rothen Sandstein nicht eingelagert ist, zeigen sich die Sandstein-Schichten nur höchst selten. Indessen habe ich einige gefunden im Berge von Cumana (Impossible, Tumiriquiri). Dieser, dem Alpenkalk eingelagerte, Sandstein ist ungemein quarzreich, frei von Versteinerungen und wechselt mit schwärzlichbraunem Thon. Herr von Buch hat eine vollkommen ähnliche Thatsache in der Schweiz beobachtet, in dem Alpenkalk des Molesson und in jenem von Jaunthal unweit Freiburg. In den Kordilleren Peru's, nahe bei Huancavelica, in mehr als 2000 Toisen Höhe über dem Meeres-Spiegel (Grube Santa Barbara), findet man eine unermeßliche Sandstein-Lage, so quarzreich, wie die Felsart von Fontainebleau, und Queckſilbererze führend, im Alpenkalk. Selbst der Thüringische Zechstein zeigt mitunter kleine, sehr quarzreiche, Sandstein-Schichten, welche den Kupfer-Schiefer durchziehen. Ein sandiger Mergel (Weiß-Liegendes) findet sich auf den Grenzen des Zechsteins und des rothen Sandsteins: er wechselt sehr in seinem Bestande und erinnert an die Sandstein-Schichten des Tumiriquiri im südlichen Amerika. Das Weiß-Liegende in Thüringen ist im Allgemeinen kalkhaltig und umschließt Sandstein und quarzige Konglomerate. Herr Freiesleben hat in demselben bei Helbra kugelige Konkretionen getroffen, ähnlich denen, welche von mir im Salzthon des Zechsteins von Zipaquira wahrgenommen wurden. Bei dieser Gelegenheit sey uns die Bemerkung gestattet, daß der Alpenkalk der Pyrenäen nicht bloß Sand und Glimmer eingemengt enthält, sondern daß er auch Lagen sehr thonigen Sandsteines einschließt.

Bleiglanz, Braun-Eisenstein, Galmei, Queckſilber. Dieſe vier kleinen Erz-Formationen bezeichnen in beiden Erdhälften den Zechſtein. Der ſilberhaltige Bleiglanz fängt ſchon an, ſich im Kupferſchiefer Thüringens in kleinen Maſſen zu zeigen: in Schleſien und in Pohlen aber bildet er (Tarnowitz, Bobrownik, Sacrau, Olkusz, Slawkow) ſehr weit erſtreckte Lager im Zechſtein, mithin oberhalb der reichen Kohlen-Niederlage von Ratibor und von Beuthen. In denſelben Gegenden ſind die Braun-Eiſenſtein-Lager (Razionkau) und die Lager von Galmei (Pickary), unter ſich parallel, von neuerer Entſtehung, als das ſilberhaltige Eiſenkies-Lager von Tarnowitz. Schon in dem körnigen, verſteinerungsfreien Kalke, das zuletzt erwähnte Lager überdeckend, trifft man in den, in die Länge gezogenen, Höhlungen kleine Braun-Eiſenſtein-Maſſen und nierenförmigen Galmei. Bei Ilefeld am Harz iſt aller Zechſtein ſehr angeſchwängert mit der letzten Subſtanz. Was die Bleiglanz- und Galmei-Lager des Sauerlandes angeht, jene von Brilon, Aachen und Limburg, ſo dürften ſie, zufolge der verſtändigen Unterſuchungen der Herren **Noeggerath** und **von Raumer**, ihrer ſcheinbaren Aehnlichkeit mit den Formationen Ober-Schleſiens ungeachtet, dem neueſten Uebergangs-Gebiet angehören. Man möchte ſagen, es beſtehe in beiden Kontinenten eine höchſt denkwürdige geognoſtiſche (oder Lagerungs-) Verwandtſchaft zwiſchen dem Kalkſtein und dem mehr oder weniger ſilberhaltigen Bleiglanze: wir ſehen letzteren in Europa im Uebergangs-Kalk (Gänge von Schwatz in Tyrol und im mountain-limestone von Northumberland, von York und von Derbyſhire), und im Alpenkalk (Lager von Ober-Schleſien und von Pohlen; magnesian-limestone von Durham). Auf dem Plateau Neu-Spaniens gehören die Bleigruben des Diſtriktes von Zimapan (Real del Cordonal, Lomo del Toro), ſo wie jene von Liñares und vom neuen St. Ander, auch den mit Stinkſtein untermengten Kalkſteinen an, welche unmittelbar auf die Steinkohlen-Formationen folgen.

Der Galmei kommt im talkhaltigen Kalke Englands vor (Mendiphills), wie im Zechſtein des oberen Schleſiens. Was die Thon-

Eisenstein-Lager angeht, so lassen sie im Peruanischen Alpenkalk eigenthümliche Merkmale wahrnehmen; sie sind innig gemengt mit haarförmigem Gediegen-Silber und mit Silber-Hornerz. Dieß Gemenge aus Eisenoxyd und Silber, dessen Kenntniß Herr Klaproth und ich geboten haben, führt den Namen Pacos: es findet sich in der Aequinoktial-Hälfte von Süd- und Nord-Amerika, füllt den obern Theil von Gängen, und zeigt in dieser Lagerungsart eine höchst denkwürdige Uebereinstimmung mit den (nicht silberhaltigen) ockerigen, erdigen Massen, welche die Deutschen Bergleute mit dem Namen eiserner Huth zu bezeichnen gewohnt sind. Das reichste, mir bekannte, Beispiel vom Vorkommen einer Pacos-Lage im Alpenkalk, ist jenes im Berge von Yauricocha (Cerro de Bombon, Peruanische Kordillere von Pasco) in mehr als 1800 Toisen absoluter Höhe. Obgleich die Grubenbaue, auf dieser, an Silber sehr reichen, Lagerstätte vorgerichtet, im Allgemeinen bis jetzt nur eine Teufe von 15 bis 20 Toisen erreicht haben, so gaben sie dennoch in den ersten zwanzig Jahren des achtzehnten Jahrhunderts eine Ausbeute von mehr als fünf Millionen Mark Silber. In den Augen des erfahrnen Geognosten ist dieses beachtungswerthe Vorkommen nichts, als eine besondere Entwickelung der Braun-Eisenstein-Lager, welche der Zechstein Ober-Schlesiens führt und die mitunter (Pilatus und Wallensee in der Schweiz) in Bohnenerz (fer lenticulaire) übergehen.

Das gleichmäßige Erscheinen des Queckfilbers im Kohlen-Sandstein und im Alpenkalk vermehrt noch die gemeinsamen Beziehungen zwischen beiden Formationen. In Kärnthen (Idria) findet sich das Queckfilber, nach den Herren Heron von Villefosse und Bonnard, in einem mergeligen Schiefer, ähnlich dem Kupferschiefer im Mannsfeldischen. In Peru (bei Huancavelica) ist der Zinnober theils zerstreut in einem überaus quarzreichen Sandstein, welcher ein Lager im Alpenkalk zusammensetzt (Pertinencias del Brocal, de Comedio et de Cochapata, Grube Santa Barbara); theils füllt er Gänge (Berg von Silacasa), welche sich zu Stockwerken verbinden und unmittelbar den Alpenkalk durchsetzen.

Nachdem die große Vielartigkeit wahrer Lager angegeben worden, welche die Formation umschließt, deren Lagerungs-, Struktur- und Bestand-Verhältnisse zu entwickeln ich beabsichtige, habe ich noch jene Substanzen namhaft zu machen, welche dieselbe bloß eingewachsen enthält. Ich beschränke mich darauf, den Hornstein, den Bergkrystall und den Schwefel anzuführen.

Der Hornstein, höchst selten im Zechstein der Ebenen (Thüringen), ist bezeichnend für dasselbe Gebilde in der Alpen-Region der Pyrenäen, der Schweiz (Mont Bovon, la Rossinière), Salzburgs und Steyermarks (oberhalb Hallstadt; Potschenberg; Goisern); häufig geht er in Jaspis über und in Feuerstein. In Europa trifft man den Hornstein des Alpenkalks meist nur in nieren- und in knollenförmigen Gebilden, die oft nach einer Richtung vertheilt sind: in den Kordilleren Perus aber, in der Mitte der reichen Silbergruben von Chota (unfern Micuipampa, 6° 43′ 38″ südlicher Breite), bildet der Hornstein ein Lager von gewaltiger Mächtigkeit. Der Berg von Gualgayoc, welcher, einer Burgfeste gleich, aus einem 1800 Toisen hohen Plateau emporsteigt, besteht ganz daraus. Der Gipfel des Berges endigt in eine zahllose Menge kleiner, spitziger Felsen, wovon jeder breite Oeffnungen hat, die das Volk ventanillas (Fenster) nennt. Der Hornstein (panizo) von Gualgayoc ist muschelig, zuweilen auch eben im Bruche, graulichweiß, matt und oft innig gemengt mit Eisenkies. Er geht bald in Quarz über, bald in Feuerstein. Im ersten Fall zeigt er viele kleine unregelmäßige, mit Quarz-Krystallen ausgekleidete, Höhlungen. Große Massen dieses panizo, in welchen Gänge von Rothgültigerz und Graugültigerz und Gänge von Magneteisen in einander verschlungene Stockwerke von außerordentlichem Erzreichthum zusammensetzen, gleichen den kieseligen Kalksteinen (calcaires siliceux) von Paris; allein man sieht in mehreren Gruben (Choropampa, ostwärts vom Purgatorio, unfern der Schlucht Chiquera) ganz deutlich, daß jener erzführende Hornstein ein regellos gestaltetes Lager ist, dem Zechstein oder Alpenkalk untergeordnet. Er umschließt große Massen von Kalk, und wechselt mehrere Male (Socabon de Espinachi)

mit demselben schwärzlichbraunen, schieferigen Thon, der im Alpenkalk von Montan gefunden wird, und die Gänge völlig erzarm macht. Der Hornstein zeigt sich frei von den Versteinerungen, die in dem Haupt-Gestein in großer Häufigkeit vorhanden sind und mitunter selbst Gänge füllen. Eine gewaltige Masse kieseliger Materien, welche man, gleichsam wie verschmolzen, in der Mitte eines Flötz-Kalkes findet, mit gebogenen Schichten, und Ammoniten enthaltend von acht bis zehn Zoll im Durchmesser, ist allerdings eine ungemein denkwürdige, geognostische Thatsache. Gibt es (Gegend von Florenz) Nieren von Hornstein im Uebergangs-Kalk? Von welchem Alter sind die Chalzedone und die Jaspisse, welche man zerstreut sieht in den Monti Madoni auf Sicilien?

Der Alpenkalk von Cumanacoa (südliches Amerika) enthält, wie jener des Grosörners (Thüringen); einzelne Bergkrystalle, nicht in Höhlungen, oder auf Drusenräumen, sondern mit der Felsart fest verwachsen, wie der Feldspath in Porphyren vorkommt, wie Bergkrystalle und Borazite in neuern Gypsen erscheinen.

Der Schwefel, dessen Auftreten im körnigen Quarze der Urzeit und im Uebergangs-Gyps bereits erwähnt worden (Sublin unfern Bex), erscheint im Alpenkalk wieder (Pyrenäen, bei Orthes und Gegend der Schmelze von Bielsa; Sizilien, Val de Noto und Val de Mazzara), und im Blätter-Gyps (Neu-Spanien, Patejenahe bei Tecosautla), welcher dieser letzten Formation zugehört. Die größere Menge Schwefels aber, woran die Aequinoktial-Gegenden von Amerika besonders reich sind, wird in den trachytischen Porphyren gefunden, und im Thon des vulkanischen Gebietes.

Die Unternehmungen von **Bouguer** und von **La Condamine** galten einem Theile der Andes, wo die Trachyt-Formationen herrschen; dadurch verbreitete sich, unter vielen andern unrichtigen Ansichten über die Struktur-Verhältnisse der Kordilleren, in Europa die Sage: es fehle den Aequinoktial-Regionen gänzlich an Muscheln und an Kalk-Gebilden. Noch gegen das Ende des achtzehnten Jahrhunderts veranlaßte die Akademie der Wissenschaf-

ten Herrn von La Peyrouse[1] zu untersuchen: „Ob es gegrün-
„ det sey, daß bei der Linie, oder je näher man derselben komme,
„ die Kalkberge mehr und mehr abnehmen an Höhe, bis sie end-
„ lich dem Meeres-Niveau gleich sind.“ In neuern Schriften[2]
wird bezweifelt, daß Ammoniten und Belemniten in Südamerika
vorkommen. Bei der Entwickelung der Ueberlagerung der Fels-
Gesteine in den verschiedenen Theilen des neuen Kontinents, habe
ich angegeben, bis zu welcher gewaltigen Höhe die Muschelbänke
des Zechsteins in den Kordilleren von Peru und Neu-Grenada em-
porsteigen. Es ist nicht glaubhaft, daß die großen Umwälzungen,
welche den Untergang der Meeres-Thiere herbeiführten, sich auf
diesen oder jenen Himmelsstrich beschränkt hätten.

In sehr fern von einander entlegenen Gegenden findet man, in
der Formation des Alpenkalks oder Zechsteins: Gryphiten (G.
aculeata); Entrochiten (die, nach der auffallenden Bemerkung des
Herrn von Buch, in vielen Theilen Deutschlands, eine deutliche
Schicht zusammensetzen auf der Grenze des Alpenkalkes und des
Kohlen-Sandsteins); Terebratuliten (T. alatus, T. lacunosus,
T. trigonellus); Pentakriniten von bedeutender Länge; einen
Trilobiten im Kupferschiefer, der, in geschlechtlicher Beziehung,
vielleicht noch nicht genugsam untersucht worden (T. bituminosus);
Ammoniten (minder häufig als im Muschelkalk und in den Mergel-
Lagen des Jurakalkes); einige Orthoceratiten; Fische, welche sehr
die Beachtung der Alten angeregt hatten[3]; Gebeine des Monitors,
vielleicht selbst (Tocayma und Cumanacoa im südlichen Amerika)
Krokodile; Abdrücke von Licopodiaceen und von Bambusaceen; keine
wahre Farnkräuter; aber, was sehr auffallend ist (Kupferschiefer im
Mannsfeldischen), Blätter von Dicotyledonen, ähnlich denen des
Weidenbaums. Man nimmt wahr, daß die Muscheln des Alpenkalks

---

1 Voyages, T. I, p. 169.

2 Greenough, Crit. examination of Geology, p. 288.

3 Aristot. Mirab. auscultat., ed. Beckmanniana, c. 75. Livius, lib. 42.

(Ammonites ammonius, A. amaltheus, A. hircinus, Nautilites ovatus, Pectinites textorius, P. salinarius, Gryphites gigas, G. aculeatus, G. arcuatus, Mytulites rostratus) weniger gleichmäßig in der ganzen Masse des Gesteins verbreitet sind, — wie dieß der Fall bei den Formationen des Muschelkalks und des Jurakalks — als vielmehr auf gewissen Stellen und häufig in großen Höhen. In ganzen Strichen sehr weit gedehnter Länder scheint der Alpenkalk mitunter vollkommen frei von versteinten Resten der thierischen und der Pflanzenwelt.

Im Vorhergehenden haben wir die Formationen von Aequinoktial-Amerika angegeben, welche dem Zechstein zugehören. Es sind, in der Küstenkette von Caracas, die Kalksteine von Punta Delgrada, von Cumanacoa und vom Cocollar, die keine Grauwacke enthalten, aber quarzigen Sandstein und kohlenstoffreichen Mergel; in Neu-Grenada, der Kalkstein von Tocayma und vom Plateau von Bogota, die Unterlage des Steinsalzes von Zipaquira; in den Andes von Quito und von Peru, die Kalksteine der Provinz Jaen de Bracamoros, jene von Monton und Micuipampa, auf dem Kohlen-Sandstein gelagert und ungeheure Hornstein-Massen einschliessend; in Neu-Spanien, die Kalke von Peregrino, von Sopilote und von Tasco, zwischen Mexiko und Acapulco. Mehrere dieser Kalkmassen von ungeheurer Mächtigkeit, auf denen Gyps- und Sandstein-Formationen gelagert sind, ruhen nicht auf Kohlen-Sandstein; sondern auf sehr erzreichen Uebergangs-Porphyren, die scheinbar, wenigstens stellenweise, einem entschieden trachytischen Gebilde verbunden sind. Man beobachtet, wie auf dem alten Festlande, so im neuen Kontinente, daß der Kohlen-Sandstein da fast gänzlich fehlt, wo der Alpenkalk sich sehr entwickelt hat, und so umgekehrt. Dieser Widerstreit in der Entwickelung zweier nachbarlicher Formationen hat mich vorzüglich überrascht zu Guanaxuato (mittleres Plateau von Mexiko) und zu Cuença (mittleres Plateau von Quito) wo die Kohlen-Sandsteine sehr häufig vorhanden sind; er hat mich überrascht in den Kordilleren von Montan (Peru) und von Tasco (Neu-Spanien), wo der Alpenkalk in großer Verbreitung vor-

kommt. Wenn der Kohlen-Sandstein nicht sichtbar hervortritt und sich nicht entwickelt hat, so sind die Grenzen zwischen dem Alpenkalk und dem Uebergangs-Kalk sehr schwierig bestimmbar. Wollte man vom Flötz-Gebiet alle graulichblauen Kalksteine ausschliessen, welche durchsetzt sind mit Adern weißen Kalkspaths, und Lager von Thon und von Mergel enthalten: so würden die Formationen von Cumanacoa, und von Tasco und von Montan (Venezuela, Peru und Mexiko), wie jene der nördlichsten Alpen von Tyrol und von Salzburg, sämmtlich zu Uebergangs-Gebilden werden. Ich bin geneigt zu glauben, daß alle genannten Formationen, desgleichen jene vom Mole, vom Haaken und vom Pilatus, die ältesten Ablagerungen des Zechsteins sind, welche sich dem Uebergangs-Kalk des Dent du Midi, des Oldenhorns und des Ortelers verbinden. Viele Felsarten folgen einander in fortschreitender Entwickelung, und es scheint ganz naturgemäß, daß die letzten Schichten einer ältern Formation große Uebereinstimmungen zeigen mit den ersten Bänken des aufgelagerten Gebildes.

Neuerdings hat man den, dem Alpenkalk oder Zechstein untergeordneten, Lagen auch die Grünsteine und Dolerite beizählen wollen, welche, als dem Kohlen-Sandstein in mehreren Gegenden Europas untergeordnet, uns bereits bekannt sind; man hat selbst, als dem Alpen- oder Jurakalk aufgelagert, Syenite und Porphyre angegeben und Flötz-Granite. Es sind dieß die Gesteine des südöstlichen Tyrols (Thäler von Lavis und von Fassa; Recoaro), über welche Graf **Marzari Pencati** so denkwürdige Beobachtungen bekannt gemacht hat. Da indessen die Lagerungs-Beziehungen jener Fels-Gesteine noch zu den sehr bestrittenen Sätzen des geognostischen Wissens gehören, so muß ich mich hier darauf beschränken, die Thatsache der zu lösenden Aufgabe darzulegen und den Stand einer Frage zu entwickeln, welche die Aufmerksamkeit der Gebirgsforscher in so hohem Grade verdient.

Schon im Jahre 1795 hatte Herr **von Buch** die Bemerkung gemacht, daß zwischen Pergine und Trento (Lago di Colombo, Monte-Corno) der Uebergangs-Porphyr (oder der rothe Sand-

stein?) mit dem Alpenkalk der Flötzzeit wechselt. Dieser Kalk ist erfüllt mit Ammoniten und Terebratuliten. Der Wechsel ist augenfällig, und die Porphyre, überall so gemein im Kohlen-Sandstein, treten hier in den Alpenkalk hinaus auf ähnliche Weise, wie ich, auf dem östlichen Abhange der Andes von Peru (Chamaya) den dichten Quarzfels, den Stellvertreter des Kohlen-Sandsteins, in dieselbe Formation habe hinaustreten sehen. Es ist ein Vordringen des unterliegenden Gebildes in das aufgesetzte: eine Erscheinung, welche um so weniger überraschen kann, als in Schlesien, in Ungarn und in mehreren Gegenden von Aequinoktial-Amerika, der rothe Sandstein, oder der Kohlen-Sandstein, dem Zechstein innig verbunden ist. Die Porphyre im südlichen Tyrol (Berg Forna) steigen bis zu einer Höhe von 1500 Toisen[1]. Herr von Marzari, dessen Untersuchungen im Jahre 1806 begannen, glaubt, in der Nähe von Recoaro, von unten nach aufwärts nachstehende Folge der Felsarten beobachtet zu haben: Glimmerschiefer; Dolerit (der zugleich Gänge, die im Glimmerschiefer aufsetzen, und Augit enthält und Titan-Eisen); rothen Sandstein mit Kohlen und mit bituminösem Mergel; Zechstein, dessen untere Lage ein Gryphiten-Kalk ausmacht; eine Formation syenitischer Porphyre mit eingelagertem Mandelstein. Im Thale von Lavis (Avisio) gibt Herr von Marzari, stets aus der Tiefe nach der Höhe, Grauwacken an, dann Porphyr, rothen Sandstein, Alpenkalk, Jurakalk, Granit und schwarze augitische Massen frei von Olivin. Nach dem Inhalte der lehrreichen durch Herrn Breislack bekannt gemachten Abhandlung, zeigt sich der Flötz-Granit, seine Stelle einnehmend auf dem Alpenkalk, durchaus dem schönsten Granite Aegyptens ähnlich: er umschließt (Canzacoli delle coste, Pedrazzo) große Massen von Quarz mit Turmalin; er verleiht bei der Berührung (auf mehrere Toisen Tiefe) dem Kalke, worauf er ruht, ein körniges Gefüge und geht bald in ein augitisches Gestein über, bald in einen Porphyr mit schwarzer feldspathiger Grundmasse, bald in Ser-

---

1. V. Buch, geognost. Beobacht. Th. I, S. 303, 309, 315, 316.

pentin)[1]. Zwischen der Piave und der Etsch übersteigt ein Achate führender Mandelstein, an jene des rothen Sandsteins erinnernd, den Alpenkalk: er ist, so sagt man, eine, den Lagen des Flötz-Granites parallele Formation. Ein anderer trefflicher Gebirgsforscher, Herr Brocchi, welcher im Jahre 1811 eine Abhandlung über das Fassa-Thal bekannt machte, hat nicht nur Grünstein, zum Theil augitisch, über Kalk gelagert gesehen, welchen er als der Uebergangszeit angehörig betrachten zu dürfen glaubte: sondern er bemerkte auch Uebergänge jener Grünsteine in ihre oberen Schichten, in den Hornstein führenden Alpenkalk; ferner hat er auch den Wechsel dieser augitischen Grünsteine mit Kalken gesehen (Melignon, Fedaja). In neuester Zeit hat Herr von Marzari angezeigt, daß von ihm (Grigno de la Piave, Cimadasta) der Granit und der, Achate führende, Mandelstein als Ueberlagerungen eines Kreide-Gebietes beobachtet worden, als Glieder der jüngsten Flötzzeit.

Ich habe hier Thatsachen zusammengestellt, von höchst auffallenden Lagerungs-Verhältnissen Zeugniß gebend: ohne Zweifel wird Herr von Buch, von welchem vor kurzer Zeit das Fassa-Thal besucht worden, uns genügliche Aufklärung über dieselben bieten. Die Beziehungen der Lagerung jener Gegenden scheinen sehr verwickelt. Ist das Gestein, in welchem die Grünsteine und die Dolerite eingelagert vorkommen, wahrhafter Zechstein, oder gehört dasselbe dem Uebergangs-Gebiet an? Machen die Grünsteine und die Dolerite, von welchen die Rede ist, Lager aus, oder bilden sie Gänge? Sind die körnigen Feldspath-Gesteine (als Granite und Syenite bezeichnet) oryktognostisch übereinstimmend mit den gleich-

---

1 Marzari, Cenni geologici, 1819, p. 45; Id., Nuevo osservatore Veneziano; 1820 N.° 113 e 127.

Breislack, Sulla giacitura delle rocce porfiritiche e granitose del Tirolo; 1821, p. 22, 25, 52.

Marzari, Lettera al signor Cordier; 1822, p. 3.

Maraschini, Observ. géolog. sur le Vicentin; 1822, p. 17.

namigen Felsarten von Christiania, oder gehören sie den Trachyten an? Nimmt man an, die Ueberlagerung dieser Gebirgsarten sey mit Sorgfalt beobachtet worden, und die verschiedenen Gebilde hätten ihre richtige Benennung erhalten: so würde man hier, im Flötz-Gebiet, eine Wiederholung der Erscheinungen sehen, mit deren Auftreten in dem Uebergangs-Gebiete wir am frühesten durch die Herren von Buch und Hausmann bekannt geworden sind. Der Wechsel sandsteinartiger und krystallinischer Gesteine würde sich dann, gleichsam in periodischen Reihen, bis ins Gebiet der neuesten Zeit wiederholen. Durch die schönen Beobachtungen der Herren Mac-Culloch und Boué waren wir schon davon unterrichtet, daß auf der Schottischen Insel, und in mehreren Theilen des Festlandes, körnige, porphyrartige, syenitische und augitische Gesteine aus dem Uebergangs-Gebiet bis zum Kohlen-Sandstein vordringen. Der Alpenkalk ist unmittelbar den Porphyr- und rothen Sandstein-Formationen aufgelagert; er ist denselben geognostisch verbunden. Nach diesen Thatsachen kann es, meines Erachtens, nicht mehr überraschend seyn, die nämlichen krystallinischen Lager (hornblendige und feldspathige) im Alpenkalk eingeschichtet zu sehen, die bereits im Kohlen-Sandstein nachgewiesen worden. Eine verläßige Geognosie muß eine Verkettung wohl beobachteter und verständig mit einander verglichener Thatsachen bieten. Sie lehrt keineswegs, daß die Wiederholung gewisser krystallinischer Typen nothwendig beim Kohlen-Sandstein ihre Endschaft erreicht haben müsse. Daraus folgt, daß die Beobachtungen des Herrn von Marzari keinen Umsturz irgend eines geognostischen Gesetzes herbeiführen werden. Finden sie sich bestätigt bei fernerm Forschen, so werden sie vielmehr unsere Ansichten über die wundersame Erscheinung des Wechsels bei sehr von einander abstehenden Formationen weiter ausdehnen. Da die mit Grünstein, Syenit und mit augitischen Massen erfüllten Gänge in verschiedenen Gegenden beider Kontinente den Ur-Granit durchsetzen, den Thonschiefer, Uebergangs-Porhyr, Flötzkalk und selbst die der Kreide aufgelagerten Formationen: so ist von mehreren einsichtsvollen Gebirgsforschern die Vermuthung

angeregt worden, die räthselvollen Felsarten des Avisio (Lavis) könnten wohl vulkanische Massen seyn, Laven-Ströme, aus der Tiefe (aus dem Erdinnern) durch Spaltungen emporgehoben. Eine solche Vermuthung gewinnt an Wahrscheinlichkeit durch das Uebereinstimmende krystallinischer Gesteine, von denen man versichert, daß ihnen eine ungleichförmige Auflagerung zustehe auf Formationen von sehr verschiedenem Alter (auf Alpenkalk, auf Jurakalk und auf Kreide); aber die mächtigen Quarzmassen, in jenen Gesteinen auftretend und von den Herren von Marzari und Breislack Flötz-Granit genannt, dürften dieselben sehr weit entfernen von den neuern Erzeugnissen der Feuerberge. Man muß hoffen, daß Beobachtungen, oft wiederholt an Ort und Stelle, bald alle diese Zweifel beseitigen werden. Ein geringschätzender Unglaube wirkt eben so nachtheilig ein auf die Wissenschaft, als eine allzugroße Leichtigkeit im Annehmen unvollkommen beobachteter Thatsachen. Besonders wichtig ist die Unterscheidung zwischen (trachytischen?) Massen, welche sich ausgebreitet haben über Flötz-Formationen und die denselben nur aufgelagert sind, und zwischen (hornblendigen, augitischen und syenitischen Massen, die ihnen eingelagert vorkommen. Das Verschiedenartige solcher Lagerung allein kann den Gegenstand unmittelbarer Untersuchung ausmachen; die Lösung der Streitfrage über Ursprung der auf- oder eingelagerten krystallinischen Gebilde gehört in das Gebiet der Geognosie. Viele Felsarten von sehr hohem Alter sind vielleicht auch nichts weiter, als Streifen geschmolzener Materien; und die geologischen Fragen, zu denen die Felsarten des Thales Fassa Anlaß bieten, lassen sich theilweise anwenden auf die Porphyre, und auf die augitischen Grünsteine im Kohlen-Sandstein enthalten. In jeder Formation muß dasjenige beschrieben werden, was sie umschließt und wodurch sie bezeichnet wird. Die verlässige Geognosie verweilt bei der Kenntniß der Lagerung.

III. Sandsteinartige und kalkige Ablagerungen (mergelige und rogensteinartige), zwischen dem Zechstein und der Kreide ihre Stelle einnehmend, und beiden Gebilden verbunden.

Von dem Gebiete der Uebergangs-Zeit an, durch die Flötz-Gesteine hindurch und bis zum Gebiete jüngerer Felsarten, wird die Erscheinung des Wechsels kalkiger und sandsteinartiger Lagen mehr und mehr auffallend. Zuletzt sieht man weiße und krystallinische Uebergangs-Kalke (Tarantaise), oder dichte und kohlenstoffreiche Kalke mit Grauwacken wechseln; dann folgen einander der rothe Sandstein, der Alpenkalk oder Zechstein, der bunte Sandstein (red marl), der Muschelkalk (calcaire de Gœttingue), der Quader-Sandstein (Sandstein von Königstein), der Jurakalk (formation oolithique), der graue Sandstein (grès secondaire à lignites, green sand), die Kreide, der grès tertiaire à lignites (Töpferthon), der Pariser Kalk, u. s. w. Ich stelle hier sechs Wechsel-Verhältnisse von zwölf Uebergangs- und ältern und neuern Flötz-Formationen zusammen (sandsteinartige und kalkige), nach ihrem beziehlichen Alter, gleichsam als hätten, auf derselben Stelle der Erde, diese Gebilde sich alle zu einer Zeit entwickelt. Durch häufige Unterdrückung einiger unter ihnen, zumal des bunten Sandsteins, des Muschelkalks und des Quader-Sandsteins, ruht der (rogensteinartige) Jurakalk mitunter unmittelbar auf dem Alpenkalk (Andes von Mexiko und Peru, Pyrenäen, Apenninen).

Die Niederschläge, welche wir in dieser dritten großen Abtheilung (§§. 29 — 33) zusammenfassen, bilden ungefähr das ganze mittlere Gebiet der Flötzzeit (terrain de sédiment moyen) des Herrn **Brongniart**. Ich habe Anstand genommen, Benennungen zu gebrauchen, welche in Beziehung stehen mit Grenzlinien, die von neuen Geognosten auf so verschiedene Weise gezogen werden. Herr **Conybeare**, in dem trefflichen Werke, welches er vor kurzer Zeit mit Herrn **Philipps** über die Geologie Englands herausgegeben hat, will übermittlere, mittlere und untermittlere (supermedial, medial

and submedial) Gebilde unterschieden wissen. So viele systematische Abtheilungen können nur das Schwierige vermehren, was ohnehin schon die Synonymik der Felsarten mit sich verbindet.

Thon und bunter Sandstein (Grès à oolithes de Nebra; New red sandstone; Red marl) mit Gyps und Steinsalz.

§. 29. Der Sandstein von Nebra oder bunte Sandstein (Thüringen), und der red marl Englands (vom Ufer des Tees in Durham bis zur Südküste von Devonshire) sind nicht bloß partielle Formationen, das heißt, von gleichem Alter und dieselben Stellen einnehmend in der Reihenfolge der Gesteine; es sind gleichbedeutende, identische Formationen. Das erste Gebiet, ziemlich arm an Versteinerungen (Strombites speciosus, Pectinites fragilis, Mytulites recens, Gryphites spiratus, Schlotheim), besteht aus drei Folgen wechselnder Lager; nämlich: 1. Thone; 2. glimmerige und schieferige Sandsteine mit plattrunden und linsenförmigen Thonmassen (Thongallen); 3. Rogenstein, meist röthlichbraun. Im bunten Sandstein des Festlandes findet man, in untergeordneten Lagern, Gyps (Thongyps), zuweilen blätterig, häufiger faserig, ohne Begleitung von Stinkkalk. Wir haben weiter oben gesehen, daß in Deutschland und in Frankreich viele Salzquellen ihren Lauf haben über diesen Thon- und Gypsbänken, und daß zu Thiede, zwischen Wolfenbüttel und Braunschweig, wie zu Sulz im Würtembergischen, kleine Steinsalz-Massen in dieser Formation zerstreut sind, die man zu Sulz, durch Bohr-Versuche, nach dem Muschelkalk und vor dem Zechstein erreicht hat. Der red marl (red ground, red rock, red ford), so sorgsam untersucht von den Herren Winch und Greenough, frei von Versteinerungen und von Rogenstein-Bänken, und durch Spalten zerklüftet in rhomboedrische Massen, ist in England die eigentliche Lagerstätte des Steinsalzes: er besteht in seinen obern Schichten aus mergeligem Thon, aus Gyps (Alabaster) und aus Salz (Witton, unfern Northwich; Droitwich); in den untern Schichten aber theils aus Trümmer-

Gesteinen von Ur- und Uebergangs-Felsarten, theils aus kleinkörnigem Sandstein (zwischen Exeter und Exminster). Das Englische Steinsalz, jenes in Lothringen und im Würtembergischen, verbindet die Formation der bunten Sandsteine und Thone nach der Teufe hin mit dem Zechstein oder Alpenkalk; nach oben geht diese Formation, im Norden Deutschlands, in Muschelkalk über, dessen älteste Schichten etwas sandsteinartig sind. Man könnte auch sagen, daß die Rogensteine des bunten Sandsteins (Eisleben, Endeborn, Bründel) und seine Mergel die Jura-Formation im voraus verkündigen: aber diese röthlichbraunen Rogensteine verlieren sich unmerklich in ein sandsteinartiges Gestein; sie sind wesentlich verschieden von den weißen und gelblichweißen Rogensteinen des Jurakalkes. Auf dem Festlande weicht der bunte Sandstein auffallend ab vom Alpenkalk, ungeachtet der Steinsalz-Spuren, welche ihn dieser letztern Formation verbinden: in England vertreten der red marl, der kalkhaltige Kalk und die Trümmer-Gesteine von Exeter und von Teignmouth (Devonshire), unter dem Namen des neuen rothen Konglomerats bekannt, den Kohlen-Sandstein von Mansfeld; sie sind unter sich eben so innig verbunden, als dieß der Fall ist hinsichtlich der Kohlen-Ablagerungen und der Uebergangs-Gesteine (mountain limestone und old red sandstone).

Bei der im Vorhergehenden mitgetheilten Beschreibung des rothen Sandsteins in Neu-Grenada, habe ich die Abstufungen von Bestand und Gefüge erörtert, welche diese Kohlen-Formation vom bunten Sandstein auszeichnen, in Absicht auf untergeordnete Lager von Sand, von schieferigem Thon und von grobkörnigen Trümmer-Gesteinen. Diese Konglomerate, die untern Schichten des red marl bezeichnend, finden sich in der Vogesen-Kette wieder. Die obern Lager des bunten Sandsteines scheinen grün gefärbt, wie man glaubt, durch Nickel oder Chrom; zuweilen werden sie mit kleinen Blättchen schwefelsauren Baryts untermengt getroffen (Mariaspring bei Göttingen).

Untergeordnete Lager: 1. Thoniger Gyps, etwas chloritisch, mit Arragoniten (Bastene unfern Dax), mit wasserhellen Bergkrystal-

len (Langensalze, Wimmelburg), oder mit rothgefärbten (Dax), endlich mit einzeln eingewachsenen Schwefel-Theilen (zwischen Gnölbzig und Naudorf); dieser Gyps galt vordem als eigene Formation zwischen dem bunten Sandstein und dem Muschelkalk (Cresfeld und Helbra in Sachsen, Dölau in Franken, Neuland unfern Löwenberg in Schlesien; Amajaque in Mexiko): 2. Kalk in dünnen bald mergeligen, bald talkigen Schichten: 3. Thon von Erdpech durchdrungen (Klein-Scheppenstedt bei Braunschweig): 4. Sand (Triebsand) mit großen Chamiten und versteintem Holze (Burgörner): 5. Sandstein, außerordentlich quarzreich, fast ohne sichtliches Bindemittel; sehr bezeichnend, sowohl für den bunten Sandstein, als für den, die Basalt-Ströme umlagernden, Töpferthon: 6. Braun-Eisenstein, häufig in Drusen: 7. Spuren von Steinkohlen, vielleicht selbst von Braunkohlen, welche nicht verwechselt werden dürfen mit ähnlichen Ablagerungen im Quader-Sandstein und im mittlern und neuern Flötz-Sandstein mit Braunkohlen (oberhalb und unterhalb der Kreide). Man will im gypsführenden Thon von Oberwiederstedt in Thüringen Zweige verkohlter Bäume gefunden haben; auch die, silberhaltige Kupfererze führenden, Schiefer von Frankenberg (Hessen), welche nichts sind als verkohlte Phytoliten, überzogen und durchdrungen mit Metallen, scheinen, nach der Ansicht mehrerer Geognosten, dem bunten Sandstein anzugehören. Herr Boué, dessen gefällige Mittheilungen so oft meine Arbeiten bereichert haben, bemerkt, daß der bunte Sandstein im südwestlichen Frankreich in Streifen vorhanden ist: er wird hier vertreten durch Mergel und durch faserige oder dichte Gypse (Cognac, St. Froult bei Rochefort), und zuweilen unmittelbar überdeckt mit Jurakalk und mit gröberer Kreide. Am Fuße der Pyrenäen, zwischen St. Giron und Rimont, hat der bunte Sandstein sich sehr mächtig entwickelt. Da in dem von mir durchwanderten Theile der Andes die Formationen des Flötz-Gebietes, das heißt jene, welche oberhalb des Alpenkalkes vorzukommen pflegen, fast nicht vorhanden sind, so glaube ich den bunten Sandstein nur an folgenden Stellen wahrgenommen zu haben.

In Mexiko, beim Herabsteigen in den aus Uebergangs-Porphyr zusammengesetzten und sehr erzreichen Bergen (Real del Monte und de Moran) nach den warmen Bädern von Totonilko el Grande, findet man eine mächtige Formation blaulichgrauen Kalkes, fast frei von Muscheln, im Allgemeinen dicht, aber mit einzelnen weißen und großkörnigen Lagen. Dieser Kalk, berühmt durch seine Höhlen (Dantö, oder montagne percée, durchbohrter Berg), und erfüllt mit Bleiglanz-Gängen, scheint mir ein Uebergangs-Gebilde. Er wird von einer andern Formation bedeckt, weißlichgrau, durchaus dicht, dem Zechstein ähnlich. Auf dieser letztern ruht der thonige Sandstein (bunter Sandstein), dessen obere Schichten (nahe bei Amajaque) Thone sind mit Gypsspath. Ich bin der Meinung, daß der Sandstein plattrunde Thonmassen (Thongallen) umschließend, in der Gegend von La Veracruz, und schönen Gypsspath (Acazonica), dem bunten Sandstein eben so gut angehört, wie der Gyps von Amajaque. Vielleicht zieht diese Formation von Veracruz längs den östlichen Küsten hin und verbindet sich den kalkigen Ablagerungen von Nuevo-Leon, reich an Bleiglanz von geringem Silber-Gehalt.

In den Llanos oder Steppen von Venezuela sind die thonigen Gypse (Cachipo, Ortiz) bestimmt neuer als der Kohlen-Sandstein; aber, wenn der sie trennende Kalk (zwischen Tisnao und Calabozo), weit entfernt Zechstein zu seyn, sondern vielmehr — wie das Ebene des Bruches und seine Aehnlichkeit mit lithographischem Kalk anzudeuten scheinen — der Jura-Formation zugehört, so würden jene Gypse der Llanos noch neuerer Entstehung seyn, als die des bunten Sandsteines. Zu Guire (Ostküste von Cumana) enthält ein weißer körniger Gyps (ein Glied des Jura-Gebildes?) große Schwefel-Massen. Die mit Gyps und mit Erdöl gemengten Salzthone der Halbinsel Araya, dem Eilande la Marguerite gegenüber, liegen zwischen Zechstein und neuerm Flötz-Gestein. Da auch in dem letztern Gebiete (Hügel des Schlosses S. Antoine bei Cumana, Ebenen zwischen Turbaco und Karthagena) Gypse enthalten sind, so könnte man sich veranlaßt sehen zu glauben, die Salzthone von Araya wären ebenfalls jünger als der red marl oder bunte Sandstein.

Aber ich wage nicht mit Bestimmtheit abzusprechen über das Alter dieser Formationen, da hier so viele Felsarten vermißt werden, die man fast überall zwischen dem Zechstein und dem neuern Flötz-Gebiete gelagert findet. Die Gypse, welche ich im Innern von Neu-Grenada zu untersuchen Gelegenheit fand (Plateau von Bogota; Chaparal, westlich von Contreras), haben mir ohne Ausnahme der Formation des Alpenkalkes zugehörig geschienen.

Beobachtet man das Gebiet §. 29 in so weit von einander entlegenen Gegenden, so zeigt sich die Benennung bunter Sandstein nicht weniger wunderlich, als der Name rother Sandstein. An die Stelle des letztern kann man den Ausdruck Kohlen-Sandstein setzen, und auf diese Weise eines der allgemeinsten und sichersten Ergebnisse der neuern Geognosie andeuten. Es wäre sehr wünschbar, daß ein Geognost von entschiedenem Ansehen an die Stelle der Benennung bunter Sandstein (oder grès à oolithes brunes) einen geognostischen Namen in Vorschlag brächte. Bis dahin fahre ich fort, den Ausdruck Sandstein von Nebra zu gebrauchen.

Muschelkalk (Calcaire coquillier; Calcaire de Göttingue).

§. 30. Eine Formation von geringer Verschiedenartigkeit, welche, der zu unbestimmten Benennung wegen, außer Deutschland mit den untern oder obern Schichten des Jurakalkes (mit dem lias oder forestmarble und portlandstone) verwechselt wird. Sie ist ausgezeichnet durch eine, bei weitem einfachere Struktur, durch eine unermeßliche Menge, zum Theil zerbrochener Muscheln, welche sie umschließt, und durch ihre Lagerung über dem Sandsteine von Nebra (bunter Sandstein) und über dem Quader-Sandstein, wodurch sie vom Jurakalke geschieden wird. Sie erfüllt weit gedehnte Strecken im nördlichen Deutschland (Hanover, Heimberg bei Göttingen; Eichsfeld, Koburg; Westphalen, Pyrmont und Bielefeld), und tritt hier um Vieles mächtiger auf, als der Zechstein oder Alpenkalk. Im südlichen Deutschland verbreitet sie sich über die ganze Ebene zwischen Hanau und Stuttgart. In Frankreich, wo, ungeachtet der

großen und nützlichen Arbeit des Herrn Omalius d'Halloy, die, unterhalb der Kreide gelagerte, Flötz-Formationen so lange vernachlässigt worden, fanden sie die Herren von Beaumont und Boué im ganzen Umkreise der Vogesenkette. Der Muschelkalk zeigt im Allgemeinen blasse Abstufungen der Farbe, weißlich, grau oder gelblich: sein Bruch ist dicht und matt; aber durch Einmengung kleiner Kalkspath-Blättchen, vielleicht von Versteinerungs-Bruchstücken herrührend, wird er mitunter etwas körnig und glänzend. Manche seiner Bänke sind mergelig, sandsteinartig, oder gehen in Rogenstein-Struktur über (Seeberg unfern Gotha; Weper bei Göttingen; Preußisch-Minden; Hildesheim). Hornsteine, in Feuerstein und in Jaspis sich verlaufend (Dransfeld, Kandern und Saarbrücken), sind zerstreut in Nieren und in knollenförmigen Stücken im Muschelkalk, oder sie bilden kleine Lager von geringer Erstreckung. Die untern Schichten dieser Formation wechseln mit buntem Sandstein (zwischen Bennstedt und Kelme), oder sie verbinden sich unmerkbar dem Sandstein, indem sie Sand aufnehmen, Thon und selbst (ostwärts von Koburg) Talk (talkhaltige Schichten des Muschelkalks).

Untergeordnete Lager. Die Mergel und Thone, so häufig im Jurakalk, im bunten Sandstein und im Zechstein, werden nur sparsam im Muschelkalk getroffen. In Deutschland enthält dieß Gestein Eisenoxyd-Hydrat, Etwas faserigen Gyps (Salzburg unfern Naumburg) und Steinkohlen (Voigts Lettenkohle; Mattstedt und Eckardsberg bei Weimar) mit Alaunschiefer gemengt und mit verkohlten Früchten (von Koniferen, Zapfenbäumen, conifères?). Je näher die Kohlen der jüngern Flötzzeit stehen, um desto mehr werden sie, wenigstens in manchen ihrer Schichten, der Braunkohle ähnlich und der Alaun-Erde.

Versteinerungen. Nach den Untersuchungen des Herrn von Schlotheim, und mit Ausschluß aller Bänke, welche dem Muschelkalk nicht zugehören: Chamites striatus, Belemnites paxillosus, Ammonites amalteus, A. nodosus, A. angulatus, A. papyraceus, Nautilites binodatus, Buccinites gregarius, Tro-

chilites lævis, Turbinites cerithius, Myacites ventricosus, Pectinites reticulatus, Ostracites spondyloides, Terebratulites fragilis, T. vulgaris, Gryphites cymbium, G. suillus, Mytulites socialis, Pentacrinites vulgaris, Encrinites liliiformis etc. Manche einzelne Schichten des Jurakalkes umschließen vielleicht noch mehr Versteinerungen, als der Muschelkalk; aber in keiner Flötz-Formation erscheinen die Ueberbleibsel organischer Reste in solch gleichmäßiger Häufigkeit, als in jener, deren Beschreibung uns jetzt beschäftigt. Eine unermeßliche Menge Muscheln, theils zerbrochen, theils wohl erhalten, aber der Masse des Gesteins fest verbunden (Entrochiten Turbiniten, Strombiten, Mytuliten), trifft man zusammengedrängt in mehreren Schichten von geringer Mächtigkeit, welche den Muschelkalk durchziehen. Viele Gattungen finden sich nach Geschlechtern vereinigt (Belemniten, Terebratuliten, Chamiten). Zwischen diesen, an Muscheln überaus reichen, Schichten sind Ammoniten und Turbiniten zerstreut, dann Terebratuliten mit perlmutterglänzender Schale, endlich Gryphæa cymbium und prachtvolle Pentakriniten. Die Korallen, die Echiniten und die Pektiniten sind selten. Der Ueberfluß von Entrochiten im Muschelkalk hat dazu Anlaß gegeben, dieser Formation in einigen Gegenden Deutschlands die Benennung Trochyten-Kalk beizulegen. Da aber eine Entrochiten-Schicht häufig auch im Zechstein auftritt und diese Felsart scheidet vom Kohlen-Sandstein so kann jener Ausdruck zur Verwechselung zweier, von einander sehr unterschiedenen, Formationen Anlaß bieten. Zu ähnlichen Mißdeutungen dürfte der Name Gryphiten-Kalk (Gryphiten-Kalk des Zechsteins und des Jurakalks) führen, und überhaupt alle Benennungen, auf versteinte Körper anspielend, ohne Angabe der Gattungen. Man versichert, der Muschelkalk umschließe Gebeine großer Thiere (Eierlegender Vierfüßer?[1]) und von Vögeln (Ornitholiten des Heimberges[2]); aber diese Gebeine dürften, so gut wie die Fischzähne,

---

1 Freiesleben, das Kupferschiefer-Gebirge. Th. I, S. 74; Th. VI, S. 24, 305.

2 Blumenbach, Naturgeschichte, 3te Aufl., S. 663.

Trümmer-Gesteinen oder Mergeln zugehören, welche man dem Muschelkalk aufgelagert findet.

Zwei berühmte Englische Gebirgsforscher, die Herren **Buckland** und **Conybeare**, haben, auf ihren Reisen in Deutschland, den Muschelkalk **Werner's** als mit dem lias, der untern Schichten des Jurakalkes, übereinstimmend zu finden geglaubt. Ich bin geneigt, der blaulichgrauen Rogensteine ungeachtet, welche im Muschelkalk der Weserufer beobachtet worden, eher einen Parallelism, als eine Formationen-Einerleiheit beider Gebirgsarten anzunehmen. Der Muschelkalk zeigt dieselben Lagerungs-Beziehungen, wie der lias; er ist, gleich diesem, überreich an Ammoniten, Terebratuliten und Enkriniten: aber die versteinten Gattungen zeigen sich verschieden, und seine Struktur ist um Vieles einfacher und gleichmäßiger. Die Schichten des Muschelkalkes finden sich nicht abgeschieden durch jene blauen Thone, welche in den obern und untern Bänken der Formation des lias so ungemein häufig bemerkbar sind. Die mittlern Schichten dieser letztern Formation haben einen matten und ebenen Bruch, und ähneln bei weitem mehr den lithographischen Abänderungen des Jurakalkes, als dem Muschelkalk von Göttingen, von Jena und vom Eichsfeld. Herr **d'Aubuisson** ist der Meinung, diese letztere Formation werde in England durch den portlandstone vertreten, durch den cornbrash und dem forestmarble: allein, welche Uebereinstimmung auch alle diese Kalkbänke zeigen mögen, die man erfüllt sieht mit, zum Theil zerbrochenen, Muscheln; so darf man den Umstand nicht aus den Augen verlieren, daß dieselben mit vollkommen rogensteinartigen Formationen wechseln, und daß sie vom red marl durch den lias geschieden sind, auf ähnliche Weise, wie der Oolithenkalk des Jura vom bunten Sandstein durch den Muschelkalk getrennt ist. In Frankreich hat Herr **Boué** den Muschelkalk auf dem Plateau von Burgund getroffen, in der Gegend von Viteaux und von Coussy-les-Forges, bei Dax in der Gemeinde S. Pan de Lon, u. s. w. Mir ist er in der Aequinoktial-Gegend von Amerika nicht vorgekommen. Die sehr sandsteinartigen Lager, reich an Madreporen und an zweischaaligen Muscheln, bei den Küsten von

Cumana und von Carthagena, welche ich ehedem geneigt war dahin zu rechnen, mögen sehr wahrscheinlich dem jüngern Flötz-Gebiete zugehören.

Quader-Sandstein (Grès de Königstein).

§. 31. Eine überaus deutliche Formation (Ufer der Elbe oberhalb Dresden, zwischen Pirna und Schandau und Königstein; zwischen Nürnberg und Weissenburg; Staffelstein in Franken; Heuscheune, Adersbach; Teufelsmauer am Fuße des Harzes; Thal der Mosel und Gegend um Luxemburg; Vic in Lothringen; Nalzen im Lande Foy und Navarreins am Fuße der Pyrenäen), durch Herrn **Hausmann** beschrieben. Sie wurde lange Zeit verwechselt, theils mit gewissen quarzigen Abänderungen des bunten Sandsteines und des Trapp-Sandsteines (grès de l'argile plastique), theils mit dem Sandstein von Fontainebleau über dem Pariser Grobkalk (calcaire grossier) gelagert. Der Quader-Sandstein ist der grès blanc des Herrn **von Bonnard**, der grès de troisième formation des Herrn **d'Aubuisson**. Da ich den geognostischen Benennungen den Vorzug einräume, so bezeichne ich diese Formation mit dem Ausdrucke **Sandstein von Königstein**; den bunten Sandstein nenne ich **Sandstein von Nebra**, den Muschelkalk **Kalk von Göttingen**.

Der Quader-Sandstein hat eine weiße, gelbliche oder grauliche Farbe, ist sehr kleinkörnig; die Körner sind gebunden durch ein, fast nicht sichtbares, thoniges oder quarziges Cäment. Der Glimmer zeigt sich wenig häufig darin; er ist silberweiß und in einzelnen Blättern zerstreut. Im Quader-Sandstein findet man weder eingelagerte Rogensteine, noch jene plattgedrückten oder linsenförmigen Thonmassen (Thongallen), wodurch der bunte Sandstein bezeichnet wird. Nie ist er schieferig; wohl aber erscheint er abgetheilt in sehr mächtige wenig geneigte Bänke, die unter rechten Winkeln von Spaltungs-Klüften durchschnitten werden, und deren manche sich ungemein leicht zu äußerst feinem Sande zersetzen. Er enthält Eisenoxyd-Hydrat in einzelnen knollenförmigen Stücken vertheilt (Metz).

Die versteinten Ueberbleibsel aus der Thier- und Pflanzenwelt, welche dieser Formation zustehen, zeigen, zu Folge der Beobachtungen der Herren von Schlotheim, Hausmann und Raumer, ein wundersames Gemenge von Meeres-Muscheln, sehr ähnlich denen des Muschelkalkes, und von dicotyledonischen Pflanzen-Versteinerungen (phytolithes dicotylédones). Man hat darin Mytuliten gefunden, Telliniten, Pektiniten, Turitellen, Austern (keine Ammoniten, aber Ceriten; Habelschwerd, Alt-Lomnitz in Schlesien), und zugleich Palmenholz-Abdrücke von Blättern, der Klasse der Dicotyledonen zugehörig, und kleine Ablagerungen von, in Braunkohlen übergehenden, Steinkohlen (Deister, Wefersleben nicht weit von Quedlinburg), sehr gut beschrieben durch die Herren Rettberg und Schulze. Diese Holzreste, von bituminösem Ansehen, sind allerdings geeignet zu überraschen bei einer Formation so weit entfernt von dem großen Braunkohlen-Gebilde, welches seine Stelle einnimmt zwischen der Kreide und dem Pariser Grobkalk; allein neuere Beobachtungen bieten Beweise von Spuren wahrhafter Braunkohlen bis zum Kalk mit Gryphiten (Gryphea arcuata, Lam.), unterhalb des lias (Le Vay, Küsten von Caen), und bis zum bunten Sandstein. Die geringhaltigen Kohlen des Muschelkalkes, einer Formation älter als der Quader-Sandstein zugehörend, gehen auch in Braunkohlen über.

Schon Herr von Raumer hatte erkannt, daß der Quader-Sandstein vom bunten Sandstein geschieden wird durch den Muschelkalk (calcaire de Göttingue); er liegt zwischen diesem Kalkstein und dem Jurakalk, und folglich tiefer, als sämmtliche große Rogenstein-Formationen Britaniens und des Festlandes. Bei solchen Lagerungs-Verhältnissen können wir jene Gebirgs-Gesteine keineswegs, mit Herrn Keferstein[1], als dem Mergel-Sandstein (Molasse von Aargau) parallel betrachten, welcher den Töpferthon

---

1 S. dessen interessanten Versuch über die mineralogische Geographie Deutschlands (Deutschland geognostisch-geologisch dargestellt); Th. II, S. 12 und 48.

(argile plastique, grès tertiaire à lignites) oberhalb der Kreide vertritt. Die Beschaffenheit der Pflanzen-Reste, vom Quader-Sandstein eingeschlossen, und seine Beziehungen zum Planerkalk, der den chloritischen und sandsteinartigen Lagen der Kreide zugehört, lassen ihn von mehreren berühmten Gebirgsforschern als eine dem Jurakalk im Alter nachstehende Formation betrachten: so weisen ihm die Herren Buckland, Conybeare und Philipps seine Stelle zwischen der Kreide an und den letzten Rogenstein-Schichten. Aber, nach den Beobachtungen des Herrn Boué und anderer berühmter Deutscher Geognosten, ruht der Quader-Sandstein (Sandstein von Königstein), der zuweilen mit mergeligen Lagen und mit Konglomeraten wechselt, unmittelbar auf Gneiß bei Freiberg, auf Kohlen-Sandstein in Schlesien und in Böhmen; auf buntem Sandstein (Sandstein von Nebra) unfern Nürnberg in Franken; auf Muschelkalk (Kalkstein von Göttingen) zwischen Hildesheim und Dickholzen bei Helmstädt, und in der Gegend von Schweinfurt am Mayn. Er ist mit Jurakalk überdeckt und wechselt mit den mergeligen Schichten dieses Kalkes in Westphalen, zwischen Osnabrück, Bielefeld und Bückeburg.

Jurakalk (Lias, Marnes et grands dépôts oolithiques).

§. 32. Eine höchst verwickelte Formation, bestehend aus wechselnden Schichten von Kalk, Mergel und Rogenstein, die Etwas Gyps und wenig Sandstein einschließen. Die Art partiellen Wechsels, sehr beständig an jedem Orte, zeigt sich verschieden bei Gegenden von einiger Erstreckung; indessen ist auf den entferntesten Stellen Europas eine seltsame Uebereinstimmung zwischen den großen Abtheilungen oder Hauptschichten unverkennbar. In der Reihe der neuesten Formationen des Flötz-Gebietes liegt der Kalk des Jura (Jurassus) zwischen dem Quader-Sandstein und der Kreide. Letztere geht unmerkbar in denselben über und läßt sich häufig, nach den Analogieen der Versteinerungen, als Fortsetzung des Jurakalkes ansehen Die Auflagerung dieses Kalksteins auf Quader-Sandstein,

welche so lange bestritten worden, zeigt sich, nach den Beobachtungen des Herrn von Schmitz, ungemein deutlich bei Vilsburg; zu Folge der Bemerkungen des Herrn Boué aber, bei Blumenroth, Staffelstein, und zwischen Osnabrück und Bückeburg. In Fällen, wo keine gleichmäßige Entwickelung der drei Formationen von Quader-Sandstein, Muschelkalk und buntem Sandstein Statt gefunden, überdeckt der Jurakalk, durch Unterdrückung der mittleren Glieder jener geognostischen Reihe, unmittelbar den Zechstein oder Alpenkalk. Alsdann sieht man (nördlicher Abhang der Pyrenäen; Apenninen, zwischen Fossombrono, Furli und Nocera; Kordilleren Mexikos, zwischen Zumpango und Tepecuacuilco) den Alpenkalk unmerkbar übergehen in einen weißen Kalkstein mit mattem ebenem Bruche (oder mit sehr flach muscheligem Bruche), der von den, keine Oolithen führenden, dichten Lagen des Jurakalkes nicht unterschieden werden kann. Dieser Uebergang, wovon sich Herr von Charpentier im mittägigen Frankreich gleichfalls so sehr überrascht fand, verdient eine höchst sorgsame Prüfung. Ungeachtet der großen Verschiedenheit zwischen den Versteinerungen, die man im Muschelkalke findet, und denen, welche der Jurakalk führt, sind dennoch die letzten Formationen des Flötz-Gebietes innig unter sich verbunden, und man darf nicht überrascht werden, wenn in einer Reihe α, β, γ, δ, ε.... das Gebilde α (Zechstein) in ε (Jurakalk) übergeht, weil die Glieder β, γ und δ (das heißt: bunter Sandstein, Muschelkalk und Quader-Sandstein) häufig unterdrückt werden. Die sandsteinartigen Formationen β und δ wechseln mit den, in größerer oder geringerer Menge auftretenden, Thonen und Mergeln, so, daß durch mächtige Entwickelung ihrer Lagen, jene nur als untergeordnete Schichten sich darstellen, während diese zuletzt, wie namentlich im westlichen Frankreich, den ganzen Raum erfüllen zwischen α und ε.

Der Jurakalk bedeckt, ohne Unterbrechung, eine weit gedehnte Landstrecke, von der Alpenkette an bis in die Mitte Deutschlands, von Genf bis nach Streitberg und Muggendorf in Franken. Da dieses Gestein, gegen Norden zu, Höhlen mit versteinten Ueber-

bleibseln einschließt, so hat dasselbe auf eigenthümliche Weise die Achtsamkeit Deutscher Gebirgsforscher rege gemacht. Herr Werner sah den Jurakalk als gleichbedeutend mit dem Muschelkalk an: ich habe schon seit dem Jahre 1795 die wesentliche Verschiedenheit beider Felsarten erkannt, und die Benennung Jurakalk vorgeschlagen, in Beziehung auf die vollkommene Uebereinstimmung, welche die Berge der westlichen Schweiz mit denen des Frankenlandes wahrnehmen lassen. Jene Benennung ist heutiges Tages eine ganz allgemein bräuchliche; allein es ist erwiesen, daß der Jurakalk — statt unterhalb des bunten Sandsteines seine Stelle einzunehmen, wie ich dieß früher mit den meisten Gebirgsforschern irriger Weise geglaubt, indem jener Sandstein mit der Molasse von Aargau verwechselt wurde und mit dem Sandstein von Dondorf und von Misselgau unfern Baireuth — neuerer Entstehung ist, als der bunte Sandstein und der Muschelkalk (Bindloch) und selbst als der Quader-Sandstein (Schwandorf; Phantaisie (?); Nürnberg). Dieß Eingelagertseyn zwischen dem Quader-Sandstein und der Kreide, auf unmittelbare Beobachtungen sich gründend, erklärt sehr genügend den allmähligen Uebergang der grauen Kreide der sogenannten Craie tufau (tufeau) in die Jura-Formation (St. Petersberg unfern Mastricht). Der Name Höhlenkalk, womit die letztere nicht selten bezeichnet wird, kann zur Annahme irriger Verbindungen führen. Man müßte zwischen den Formationen unterscheiden, deren ganze Masse schwammig ist, höhlenvoll, durchlöchert, und zwischen den Gesteinen, welche Höhlen einschließen. Denn manche nicht löcherigen, nicht zelligen Felsarten enthalten sehr geräumige Höhlen. Der Uebergangs-Kalk (mountain limestone) von Derbyshire würde, in England wie auf dem Harze, fast mit demselben Rechte, wie in der Jurakette, den Namen Höhlenkalk verdienen. Dagegen zeigen sich der Rauchkalk und die Rauchwacke, welche in Thüringen die mittleren Bänke des Zechsteins ausmachen, und die man ohne Grund als dem Jurakalk parallel betrachtet hat — wie der Jurakalk, und bei Lagern von sehr beträchtlicher Erstreckung —, voll kleiner leerer Räume von zwei bis zehn Linien

Durchmesser, ohne darum eigentliche Höhlen einzuschließen. Die Erscheinung der Höhlen und jene der Porosität (allgemeine Kavernosität der Masse), stehen keineswegs in nothwendigem Verbande; es sind Abänderungen, welche, ohne diese oder jene Formation besonders zu bezeichnen, bei höchst verschiedenartigen Formationen wahrgenommen werden.

Obgleich auf dem Festlande die einzelnen, den Jurakalk zusammensetzenden, Schichten sehr ungleichmäßig entwickelt worden, und die Ordnung in ihrer Folge häufig wechselt, so bemerkt man dennoch immer eine gewisse Anzahl deutlicher, bestimmter, über Räume von sehr beträchtlicher Erstreckung verbreiteter, Bänke. Wir zählen dieselben auf, indem wir den Anfang bei den ältesten machen: mergeliger Kalk (und sehr fester talkiger Mergel), graulichblau, nach den Herren **Boué**[1] und **Buckland**[2] dem lias von England ähnlich, zuweilen mit Kalkspathadern durchsetzt, voller Gryphiten (Gryphæa arcuata, **Lam.**); gelblichgrauer Rogenstein, wechselnd mit bituminösen Mergeln und mit Gyps; dichter Kalk, mit ebenem mattem Bruche, und weiße Rogensteine; Lager voller Madreporen, ähnlich dem calcaire à polypiers der Normandie und dem coral-rag in England; schieferiger Kalk mit Fischen und Krustenthieren (Pappenheim und Sohlenhofen). Die unterste Lage dieser so sehr zusammengesetzten Formation wird, im südlichen Deutschland (Würtemberg) und in Frankreich (Burgund), besonders bezeichnet durch den Ausdruck **Gryphiten-Kalk**; allein einige Gebirgsforscher sind geneigt, jene Lage vom Jurakalk zu trennen und dieselbe, mit den Herren **von Buch** und **Brongniart**, als dem Zechstein angehörend zu betrachten, oder, mit Herrn **Keferstein**, als dem Muschelkalk parallel. Hier drängt sich die wichtige Frage auf, zu wissen, in welchen Beziehungen der Lagerung und des Bestandes der Gryphiten-Kalk des Jura zu der, unter der nämlichen Benennung im Norden Deutschlands bekannten, Felsart steht, welche Herr

---

1 Essai géognostique sur l'Écosse, pag. 201.

2 Struct. of the Alps, pag. 17.

Voigt im Jahr 1792 kennen gelehrt hat. Eine große Uebereinstimmung zwischen den am meisten nachbarlichen Lagen zweier Formationen, welche zuweilen unmittelbar auf einander ruhen, hat allerdings nichts sehr Befremdendes: dieselben Arten von Gryphiten könnten in sehr verschiedenen und weit von einander entfernten Formationen getroffen werden; aber das geognostische Verband zwischen dem Kalk mit Gryphiten (Gr. arcuata), wechselnd mit den Mergeln und den übrigen untern Lagen des Jura, macht mich geneigt zu glauben, daß jene Felsart und der Gryphiten-Kalk des Herrn Voigt (calcaire à gryphées épineuses), unter dem bunten Sandstein seine Stelle einnehmend, nicht einer und derselben Formation zugehören. Herr Merian, in seiner vortrefflichen Monographie der Umgegend von Basel, spricht dieselbe Meinung aus, und betrachtet, mit Herrn Hausmann, den thonigen Sandstein von Rheinfelden, auf welchem der Jurakalk ruht, als bunten Sandstein; während Herr von Buch[1] ihn als Kohlen-Sandstein gelten läßt, und voraussetzt, daß, durch Nicht-Entwickelung des bunten Sandsteines, die Rogenstein- und die lithographischen Schichten des Jura in dieser Gegend unmittelbar auf den Gryphiten-Lagern ruhen, welche dem Zechstein zugehören. Ich habe es als Pflicht erachtet, in dieser Arbeit die Ansichten der berühmtesten Gebirgskundigen darzustellen, selbst in Fällen, wo ich entgegengesetzter Meinung bin.

Was außer Zweifel, und worauf wir hier von Neuem aufmerksam machen müssen, dieß ist, daß der Jurakalk — welcher unfern Laufenburg den Granit bedeckt, im Schwarzwalde den rothen oder Kohlen-Sandstein, und bei Genf den Alpenkalk — im mittleren und im nördlichen Deutschland auf Quader-Sandstein ruht. Das Aufgelagertseyn einer Felsart auf der jüngsten Formation entscheidet über ihre Stelle als Glied der geognostischen Reihe. Im Frankenlande und in der Oberpfalz sieht man im Allgemeinen nur die obern Lagen des Jurakalkes zu Tag ausgehen; sie sind es, denen zugleich die

---

1 Merian, Umgeb. von Basel; S. 110.

größte Dichtheit zusteht. Die Mergel und die Rogensteine zeigen sich überhaupt weit seltener, als in der westlichen Schweiz und in Frankreich (Caen, Lons-le-Saulnier). Zwischen Eichstädt und Regensburg findet man, nach den Beobachtungen des Herrn von Schmitz, aus der Teufe nach oben: sehr schwammigen Kalk, voller Blasenräume; körnige Lager, mit Sand erfüllte Höhlungen umschließend; dichten, muscheligen Kalk mit Hornstein-Knollen; schieferigen Kalk, ähnlich jenem von Sohlenhofen und den lithographischen Platten vom Heuberg unfern Kolbingen. Die schwammigen Bänke, voll von Blasenräumen (Thal des Laber bei Berodhausen; Pegnitz, Kreussen, Tumbach), welche ich in Italien wieder gesehen habe (Thal der Brenta, zwischen Carpana und Primolano), auf dem Eilande Kuba (zwischen dem Potrero de Jaruco und dem Hafen von Batabano), in Mexiko (Plateau von Chilpansingo), verleihen der Aussenfläche des Bodens, welcher mit kleinen spitzigen Felsen besetzt ist, ein sehr auffallendes Ansehen.

Im westlichen Frankreich breitet sich ein nicht unterbrochener Streifen Jurakalk, nach Herrn Boué, aus Süd-Ost nach Nord-West, von Narbonne und Montpellier bis la Rochelle, nach Norden hin das Uebergangs-Gebiet der Vendee vom Ur-Gebilde des Limousin scheidend. Auf den Küsten der Normandie haben die Mergel- und Rogenstein-Lagen eine bei weitem größere Enwickelung gewonnen, als in Deutschland. Wir entnehmen aus den lehrreichen Nachforschungen des Herrn Prévost die Angabe über die Schichten-Folge zwischen Dieppe und dem Cotentin, indem wir, wie gewöhnlich, die Reihe mit den ältesten Schichten beginnen lassen: 1. Kalk mit Gryphiten (Gr. arcuata) und lithographischem Kalkstein (Le Vay, Issigny); sie umschliessen Etwas Braunkohlen und ruhen auf dem Uebergangs-Gebiet: 2. Unterer Thon und Rogenstein (argile des Vaches-noires, wechselnd mit lias, der Ueberreste von Ichthyosauren enthält; graue Oolithen von Dive, eisenschüssig, gemengt mit zahlreichen Versteinerungen von Madreporen, Mytuliten [modiola Lam.]; Gryphea cimbium und Ammoniten; weiße Oolithen): 3. Kalk von Caen; die untern Lagen mit

knolligen Einmengungen von Hornstein, mit wenigen fossilen Muscheln (Ammoniten, Belemniten) und mit einigen Gebeinen von Krokodilen; die obern Schichten mit Polypiten (coral-rag) und mit Trigoneliten, Ceriten einschließend, denen durchaus ähnlich, welche oberhalb der Kreide getroffen werden: 4. oberer Thon vom Cap la Hève, weiß, mit Braunkohlen-Resten von Krokodilen (Honfleur) und mit Kalkbänken, die weniger entwickelt sind, als jene von Caen. Man sieht, daß in diesem Theile Europas die Braunkohlen durch die Lagen des Jurakalks hervorstoßen, und daß diese Formation, die eingeschichteten Thone nicht gerechnet, aus drei großen Lagen zusammengesetzt ist, nämlich aus dem Gryphiten-Kalk, aus Rogenstein, und aus dem Kalk mit Polypiten und Trigonelliten.

In England füllt die Jura-Formation, ohne Unterbrechung aus Yorkshire nach Dorsetshire sich erstreckend, den ganzen Raum zwischen dem red marl (bunter Sandstein) und der Kreide; denn man kennt daselbst zwischen dem Jurakalk und dem red marl keine Formation, welche, dem Bestande nach, mit Muschelkalk und Quader-Sandstein übereinstimmend ist: zwei Felsarten, die nicht selten auch auf dem Festlande vermißt werden. Die Englischen und Schottischen Geognosten, welche, in neuester Zeit, ihre heimathlichen Gebirge mit rastlosem Eifer erforscht haben, unterscheiden die Lager des Jurakalkes durch mitunter sehr bezeichnende Benennungen, deren einige an Abtheilungen erinnern, die auf dem Festlande ebenfalls erkannt worden: 1. Lias, mit wenig Hornstein, überdeckt den salzführenden red marl, ähnlich dem Gryphiten-Kalk auf dem Kontinent; zwei Drittheile von oben nach unten bestehen aus einer blauen thonigen Masse, welche mit Kalkbänken wechselt; nach der Tiefe hin nehmen diese Bänke an Mächtigkeit zu, werden weiß und gehen in lithographische Lager über (Gebeine von Ichthyosauren; bei zwanzig Arten von Ammoniten, Belemniten). 2. Unteres Oolithen-System, nämlich: Oolithen gemengt mit Sand, Walkerde, großer Oolithen-Bank (great oolithe) mit Resten von Muscheln, Oolithen-Schiefer von Stonesfield, forestmarble,

cornbrasch und kelloway-rock, Kalk mit Muscheln und sandsteinartiger Kalk. 3. Mittleres Oolithen-System; dahin: Thon von Oxford (chlunchclay des Herrn Smith), Sand und kalkige Trümmer-Gesteine (calcareous grit), coral-rag oder Polypiten-Kalk, mit Madreporen und Echiniten. 4. Oberes Oolithen-System; hieher: blauer Thon von Kimmeridge, etwas bituminös, ähnlich dem blauen Thon vom Cap la Hève in der Normandie, welcher auch dem Polypiten-Kalk und den Oolithen aufgelagert ist; portlandstone mit Ammoniten; purbeckstone, thoniger Kalk, sehr reich an Muscheln, wechselnd mit Mergeln und mit Gypsen. Ich bin den Abtheilungen der Herren Smith, Philipps und Conybeare gefolgt, die etwas abweichen von denen, welche Herr Buckland angenommen. Die drei Oolithen-Systeme Englands sind geschieden durch thonige Formationen. Was die Oolithen-Struktur selbst betrifft, so finden sich, wie bereits im Vorhergehenden bemerkt worden, bei durchaus verschiedenartigen Formationen Spuren davon: nach den Herren von Gruner und Escher[1] trifft man einige Oolithen-Bänke im Uebergangs-Kalke der Schweiz; ferner erscheinen sie im Kohlen-Sandstein[2], im Alpenkalk oder Zechstein (Hartlepool in Northumberland), im bunten Sandstein (Thüringen; Vic in Lothringen) und im Muschelkalk.

Untergeordnete Lager: Hornstein in kleinen zusammenhängenden Schichten; talkhaltiger Kalk (Nizza); Stinkkalk und Gyps mit Steinsalz-Spuren (Kandern[3]); thoniger und glimmeriger Sandstein, zuweilen kieselig, eingelagert in den Gryphiten-Schichten (Hemmiken, Waldburgstuhl; Lons-le Saulnier); Bohnenerz, zugleich im Jurakalk (Neufchatel; Frickthal; Wartenberg in Schwaben), und zwischen diesen Gesteinen und der Molasse (grès tertiaire à lignite; Aarau, Baden), Steinkohlen mit Abdrücken von

---

1 Alpina, Theil IV, S. 369.
2 Freiesleben, Kupferschiefer-Geb. Th. IV, S. 123.
3 Merian, Umgeb. von Basel. S. 56.

Farnkräutern (?) und gemengt mit Kiesen (Neue Welt; Bretzweil).

Versteinerungen: nach den der Kreide aufgelagerten Formationen ist der Jurakalk diejenige, deren fossile Reste, in England, in Frankreich und in der westlichen Schweiz, am genauesten bestimmt worden. Sie umschließt, gleich Gebieten von noch höherm Alter (Quader-Sandstein und Zechstein mit Kupferschiefer), Meeres-Muscheln untermengt mit fossilem Holze, mit Gebeinen großer Saurier (Sauriens, Al. Brongniart), Bewohner süßer Wasser, und, in so fern man in der zoologischen Bestimmung nicht geirrt hat, mit Knochen-Resten von Didelphis (sarigue; Mergel von Stonesfield). Ich weiß nicht ob das Gemenge von Meeres-Muscheln und Fluß-Konchylien, so augenfällig in den meisten tertiären Formationen, mit Verlässigkeit in den Gebilden unter der Kreide wahrgenommen worden ist. Da, wo die Jura-Formation sich fast frei zeigt von Mergeln und von Rogensteinen (Franken, Oberpfalz, Krain, zwischen St.-Sesanne und Triest), erscheinen mächtige Lagen ohne einige Versteinerung. Die Ueberbleibsel von Eier legenden Vierfüßern, von Fischen und Schildkröten, finden sich fast in allen Lagen, in den neuesten (purbeckstone), wie in den ältesten (lias): indessen kommen sie in den letztern am häufigsten vor; und es scheint, daß sie nur den Ichthyosaurus (Proteosaurus des Sir Everard Home) und den Plesiosaurus (welches ein Thier ähnlicher Art ist) einschließen, keine wahren Krokodile. Dieser Unterschied in Vertheilung der Reptilien ist auch durch Herrn Prevost an der Westküste von Frankreich beobachtet worden. Die Gebeine vom Ichthyosaurus finden sich daselbst (vorzüglich häufig?) in den Kalk-Schichten (lias) der Thone, welche unterhalb der Rogensteine vorkommen, während die Krokodile nur über denselben getroffen werden. In England unterscheidet man, nach den Herren Smith, Philipps und Conybeare, unter der zahllosen Menge versteinter Muscheln, wovon bis jetzt nur das Geschlecht ausgemittelt worden, folgende Gattungen: Ammonites giganteus, A. excavatus, A. Duncani, A. Banksii, A. angu-

latus, A. Grenoughi, Nautilus striatus, N. truncatus, Trochus dimidiatus, T. bicarinatus, Trigonia costata, T. clavellata, Terebratula intermedia, T. spinosa, T. digona, Ostrea gregaria, O. palmata, Modiola lævis, M. depressa, M. minima, Pentacrinites caput Medusæ, P. basaltiformis, etc. Obgleich die Ammoniten-Gattungen, zwanzig an der Zahl, die Belemniten und Pentakriniten, im lias vorkommend und beschrieben, nicht einerlei sind mit denen des Muschelkalkes: so scheint es mir dennoch höchst denkwürdig, diese drei Geschlechter in Felsarten von so nahe stehendem Alter aufgehäuft zu sehen, zwischen den letzten Schichten des Zechsteines, oder Alpenkalkes, und den ersten oder ältesten Schichten des Jurakalkes. Die Herren **Prevost**, **Lamouroux** und **Brongniart** schicken sich an, die zoologische Geognosie mit den trefflichen Untersuchungen zu bereichern, welche sie über die Muscheln und Zoophyten angestellt haben, die man neuerdings auf der Französischen Küste, zwischen Dieppe und dem Kotentin gefunden, dann in der Franche-Comté und in der Schweiz. Wir wollen uns unterdessen darauf beschränken, hier diejenigen fossilen Körper zu verzeichnen, welche der Jurakalk auf dem Festlande enthält, von Genf bis nach Franken; ich lege dabei eine Zusammenstellung zum Grunde, welche ich nach den Verzeichnissen des Herrn **von Schlotheim** gefertiget: Chamites jurensis, Belemnites giganteus, Ammonites planulatus, A. natrix, A. comprimatus, A. discus, A. Bucklandi, Myacites radiatus, Tellinites solenoides, Donacites hemicardius, Pectinites articulatus, P. æquivalvis, P. lens, Ostracites gryphæatus, O. crystagalli, Terebratulites lacunosus, T. radiatus, Gryphites arcuatus, Mytulites modiolatus, Echinites orificiatus, E. miliaris, Asteriacites pannulatus, Turitellen, Hipuriten (Cornucopiæ vom Cap Passaro auf Sicilien), u. s. w. Höchst beachtenswerth ist, daß die Gryphæa arcuata — der Gryphites incurvus des Herrn **Sowerby** — welcher in der Schweiz und auf den Westküsten Frankreichs die untern Schichten der Jura-Formation bezeichnet, zugleich, nächst Ammonites Bucklandi und Plagiostoma gigantea, die

Muschel ist, wodurch der lias in England vorzugsweise kenntlich wird. Die Bänke von weißem körnigem Kalk, welche man häufig in dieser Formation findet (Neufchatel, Monte Baldo), stammen von Madreporen-Versteinerungen ab.

Wir haben bereits gesehen, daß Fische, mehr und weniger zusammengehäuft, aber alle sehr bestimmten Geschlechtern zugehörig, im Uebergangs-Thonschiefer vorkommen (Glaris), im kohlenstoffhaltigen Schiefer des rothen Sandsteines (Goldlauter und Allthal bei Klein-Schmalkalden), im Alpenkalk und in seinen kupferhaltigen Mergeln, und selbst im Muschelkalk (sehr selten, Esperstedt, Obhaussen): diese Ichthyolithen werden häufiger im Jurakalk, besonders in den obern Schichten desselben. Von hier dringen sie vor, oberhalb der Kreide, in den tertiären Sandstein mit Braunkohlen (argile plastique, Töpferthon); in den Grobkalk (calcaire grossier; Monte Bolca); in den Knochen-Gyps (Montmartre) und in den Süßwasser-Kalkstein (Oeningen). Ich führe die Formationen, welche ähnliche Erscheinungen wahrnehmen lassen, in der Folge ihres beziehlichen Alters auf, um Irrthümern vorzubeugen, die aus einer Unkenntniß solcher Uebereinstimmungen entstehen können.

Ein sehr achtbarer Gebirgs-Forscher, Herr **Buckland**, ist geneigt die plattenförmig abgesonderten Kalksteine von Pappenheim und Sohlenhofen, berühmt durch ihre Abdrücke von Fischen und Krustenthieren (crustacés), als dem Jurakalk aufgelagert und dem Grobkalk des tertiären Gebietes zugehörig, zu betrachten: jene Platten-Kalksteine scheinen mir aber im Gegentheil dem purbeckstone Englands durchaus analog, welcher gleichfalls sehr reich ist an Fisch-Versteinerungen, und, wie der Kalk von Pappenheim, die neueste Schicht im Jura-Gebiete ausmacht. Im Jahre 1796 habe ich Gelegenheit gehabt, gemeinschaftlich mit Herrn **Schöpf**, die schönen Brüche von Sohlenhofen zu untersuchen, und wir fanden, auf dem Wege von Muggendorf über Ansbach und Pappenheim, ein inniges Verband zwischen den verschiedenen Schichten derselben Formation. Auch die Herren **von Buch**, **Boué** und **Beu-**

dant theilen diese Meinung über die Ichthyolithen des Frankenlandes.

Im Vicentinischen trifft man zugleich den Jurakalk und den Pariser Grobkalk. Beide enthalten daselbst Polypiten; indessen, bei einer frühern Reise nach Italien (1795), glaubte ich, daß die langen Streifen ästiger Korallen — welche, Gänge bildend (zwischen dem Wirthshause des Monte di diavolo und dem See Fimon, westwärts von Lungara), den Gipfel des Monte di Pietra nera durchsetzen — mehr dem Jurakalk angehören, vielleicht der in England coral-rag genannten Schicht. Diese Polypiten-Streifen, die ihre Stelle zu behaupten gewußt, messen zwei Fuß Breite: sie bieten einen höchst sonderbaren Anblick, und durchsetzen die fast versteinerungsfreien Kalkmassen, indem sie sehr regelvoll streichen, N. 80° O., und, einer Mauer gleich, über die Oberflächedes Bodens emporsteigen. Herr Boué hat diese anstehenden Polypiten im Jurakalk (coral-rag), welcher das Becken von Wien umzieht, gleichfalls beobachtet; die untern Schichten dieses Kalkes schließen Nagelflue ein, ähnlich dem calcareous grit der großen oolithischen Formation Englands (Filey in Yorkshire).

Unter der Aequinoktial-Zone Amerikas habe ich die Jura-Formation in vielen weißen, mitunter lithographischen, Kalksteinen zu erkennen geglaubt, die von ebenem, mattem oder sehr flachmuscheligem Bruche sind. Zu diesen Kalken gehören jene der Höhle von Caripe (im Süd-Osten von Cumana), des Küstenlandes von Nueva Barcelona (Venezuela), der Insel Cuba (zwischen Havanna und dem Batabano; zwischen Trinidad und der Boca del Rio Guaurabo) und der mittlern Gebirge Mexikos (Ebenen von Salamanca und Engpaß von Batas). Der weiße Kalk von Caripe, dem Gestein der Höhlen von Gailenreuth im Frankenland durchaus ähnlich, ruht auf dem blaulichgrauen Alpenkalk von Cumanacoa. Das Jura-Gebilde des Küstenlandes von Nueva Barcelona enthält kleine Lagen von Hornstein, die in Kieselschiefer übergehen (eine Erscheinung, welche sich unfern Zacatecas in Mexiko wiederholt); es ist bedeckt mit sehr quarzigem Sandstein (aguas

calientes del Bergantin), wie der Alpenkalk am Gipfel des Impossible. Man könnte diesen Sandstein des Bergantin als den quarzigen Schichten des grünen Sandsteins (grès secondaire à lignites) zugehörend betrachten; aber, da er auch Lagen im Alpenkalk ausmacht (Tumiriquiri), so bleibt es sehr zweifelhaft, ob die Sandsteine des Bergantin und des Tumiriquiri verschiedenartige Formationen sind, oder ob durchaus ähnliche Schichten aus dem Alpenkalk in den Jurakalk vordringen. Dieses Gebiet ist weniger reich, als irgend eine andere Flötz-Formation, an sandsteinartigen Felsarten. Wir haben indessen weiter oben der Sandstein-Lagen gedacht, die sich in den westlichen Bergen der Schweiz zeigen, zu Waldburgstuhl, Eptigen und Hemmiken unfern Basel. In den gedehnten Steppen von Venezuela, nicht weit von Tisnao, trägt der rothe Sandstein, wie es mir geschienen, unmittelbar einen, dem Jurakalk sehr ähnlichen, lithographischen Kalkstein (auf dieselbe Art, wie im Schwarzwalde Schwabens). Dieses Lagerungs-Verhältniß findet sich wiederholt in Mexiko, in den Ebenen von Temascatio, süd-westwärts von Guanaxuato. Am nördlichsten Ende des Thales von Mexiko — zwischen der Hacienda del Salto, Batas und Puerto de Reyes — kommt eine Formation graulich-blauen Kalkes vor, mit ebenem Bruche, welche Gyps einschließt und ein kalkiges Trümmer-Gestein: ich bin der Meinung, daß sie dem Jura-Gebiet angehört, ungeachtet der Nähe der tertiären Mergel (Desague de Huehuetoque), in denen man fossile Gebeine von Elephanten trifft. Ich könnte auch des Uebergangs gedenken, welchen man aus dem Alpenkalk in einer, dem Kalksteine von Aarau und von Pappenheim durchaus ähnlichen, Felsart wahrnimmt (westlicher Abhang der Kordilleren Mexikos, zwischen Sopilote, Mescala und den reichen Gruben von Tehuilotepec); allein in dieser Gegend ist das Jura-Gebilde weniger ausgesprochen, als auf dem Eilande Cuba und auf den kleinen Inseln des Cayman, so wie in den Bergen von Caripe unfern Cumana. An keinem Orte in dem von mir durchwanderten Theile der neuen Welt, habe ich weder den bunten Sandstein, noch den Muschelkalk, noch den Quader-

Sandstein den Alpenkalk von den Formationen scheiden sehen, die ich so eben beschrieben. Sie sind ohne Rogensteine, und haben auch wenige Versteinerungen und nicht viel mergelige Lagen. Ihr matter, ebener Bruch verleiht ihnen ganz das Ansehen des Jurakalkes in Deutschland und in der Schweiz. Sind diese kalkigen Formationen Amerikas, der Pyrenäen und der Apenninen, welche dem Alpenkalk (Zechstein) so eng verbunden scheinen, nur neuere Schichten der letztern Felsart, und müssen sie geschieden werden von dem eigentlichen Jurakalk, der reich ist an Versteinerungen, an Rogensteinen und an Mergeln? Diese wichtige Frage kann nur gelöst werden durch wiederholte Beobachtungen über die Lagerungsweise, Beobachtungen, welche um Vieles zuverlässiger sind, als die Untersuchungen über den Bestand und das äußerliche Ansehen.

Sandstein und eisenschüssiger Sand; Sandstein und grüner Sand; neuerer Sandstein mit Braunkohlen (Iron sand and green sand).

§. 33. Hierher gehören die Sandsteine und der Sand mit Braunkohlen, die ihre Stelle unter der Kreide einnehmen: es sind zwei sandsteinartige Formationen, von Eisenoxyd gefärbt, geschieden durch eine Thonschicht (wealdclay) und gelagert auf Jurakalk (Rogenstein-Gebiet). Sie erreichen in England bis zu tausend Fuß Mächtigkeit, und finden sich im ganzen westlichen Frankreich wieder, wo die Herren Prevost und Boué dieselben sehr gründlich erforscht haben.

Der eisenschüssige Sand wechselt mit kieseligem Sandstein und mit kleinen Haufwacken und Eisenerzen, die oft mit Ausbeute abgebaut werden: sie schließen fossiles Holz ein und Braunkohlen (Befordshire, Dorsetshire).

Der grüne Sand, gefärbt durch Eisen-Protoxyd, wechselt mit kalkigem und mit kieseligem Sandstein, mit Konglomeraten, mit gelbem, Gyps-Krystalle führendem, Mergel und selbst mit kleinen Bänken dichten Kalksteines, welche zuweilen irrig für port-

landstone genommen wurden. Man findet darin knollenförmige Stücke von Hornstein und von Chalzedon (Sarlat in Perigord), kleine Ablagerungen von Eisenoxyd-Hydrat; ein Harz, das in Bernstein übergeht (Insel Aix unfern La Rochelle; Obora und Alstadt in Mähren) und eine große Zahl fossiler Reste, wovon einige (cidaris, spatangus) denen der Kreide ähnlich sehen. Die kieseligen Sandsteine dieser Formation umschließen Abdrücke von Dicotyledonen-Blättern. Nach dem Tage zu geht der grüne Sand in einen kreideartigen Mergel über (chalk marle von Surrey). Die grüne oder chloritische Erde, welche die, der Kreide zunächst befindliche, Sandschicht bezeichnet, findet sich in Formationen von sehr verschiedenem Alter wieder, im Kohlen-Sandsteine Ungarns (auf der Grenze von Gallizien), im bunten Sandstein und in dem ihm zugehörenden Gypse, im Quader-Sandstein und in den untern Lagen des Grobkalkes von Paris. Nach den schönen Beobachtungen des Herrn Berthier über die grünen Körnchen der Kreide und des Grobkalkes, sind dieselben ein Eisen-Silikat; allein es ist wahrscheinlich, daß das Menge-Verhältniß von Talk und von Kali eben so wechselnd sich zeigt in den verschiedenen Gebieten, wie es wechselnd gefunden worden in der Grünerde von Verona (talc chlorite zoographique, Hauy) und im erdigen Chlorit, nach den Zerlegungen von Klaproth und von Vauquelin. Durch das Uebereinstimmende der kieseligen Bänke des grünen Sandsteines (iron sand) mit dem Deutschen Quader-Sandstein — sowohl im festen Zustande, als in der Zersetzung — haben sich mehrere Geognosten veranlaßt gesehen beide Gebilde mit einander zu verwechseln. Herr Boué, welcher mit so glänzendem Erfolg die Lagerungs-Verhältnisse der Felsarten auf der Schottischen Insel, in England und in Deutschland untersuchte, hat den grünen Sandstein — durchaus jenem der Gegend von Oxford ähnlich — in Frankreich wiedererkannt, längs der Mayenne und der Loire, von la Ferté-Bernard an bis jenseits la Flèche, im Departement der Charente, im Mans, in der Saintonge und im Périgord.

Dieser nämlichen Formation des §. 33 gehören auch die Braun-

kohlen der Insel Aix an, über welche Herr Fleuriau de Bellevue so lehrreiche Nachforschungen angestellt. Nach diesem gelehrten Gebirgskundigen besteht der untermeerische Wald der Küsten von la Rochelle aus plattgedrücktem Holz von Dicotyledonen, zum Theil versteint, zum Theil bituminös, oder sehr zerbrechlich, und mitunter auch von einer den Pechkohlen ähnlichen Beschaffenheit. Diese Hölzer sind durchdrungen mit Kiesen, und durchbohrt von zahllosen Darmröhren (Teredo) und von Meeres-Gewürmen. Die Löcher, von solcher Durchbohrung herrührend, sind erfüllt mit Achatmasse und mit Eisenkies. Man sieht die Stämme bald in wagerechten Lagen und in paralleler Richtung, bald regellos zusammengehäuft. Die theilweise oder ganz versteinten Hölzer ruhen auf grünlichem Sand: diejenigen aber, welche eine faserige oder bituminöse Beschaffenheit zeigen, liegen über Bänken von dunkelblau gefärbtem Töpferthon. Sie sind umzogen von Meeres-Algen und von kleinen Braunkohlen-Verzweigungen. Unter jenen Massen von Algen findet man ein Harz, das in Bernstein übergeht; es ist zerreiblich und zeigt verschiedene Farben-Abstufungen. Die zusammengehäuften Baumstämme bilden einen Streifen, anderthalb Stunden breit, von dem nordwestlichen Ende der Insel Oleron an bis zu vierzehn Stunden ins Innere des Festlandes, auf dem rechten Ufer der Charente. Jener Streifen hat mehr als sieben Fuß Mächtigkeit; er zieht aus W. N. W. in O. S. O., und liegt höher als ein Meter über dem Meeres-Spiegel. Da, wo die Braunkohlen durch den Ozean bedeckt sind, findet man dieselben — wie die Massen von Bernstein-Asphalt und die Gebeine großer Meeres-Thiere — einem grobem Sandstein verbunden, welcher auf Töpferthon gelagert ist. Nach einer noch ungedruckten Abhandlung des Herrn Fleuriau de Bellevue, ist die Schichten-Folge, aus der Teufe nach dem Tage zu, folgende: 1. dichter (lithographischer) Kalkstein mit ebenem Bruche (La Rochelle, S. Jean d'Angely); 2. Oolithen-Lager (pointe de Chatelaillon und Matha); 3. Lumachell (Kalkstein, dessen Muscheln ihr natürliches Farbenspiel geblieben ist) und Bänke von Polypiten mit Abdrücken von Gryphæa angustata (diese drei

Lager bilden die Jura-Formation; die Polypiten-Bank vertritt das coral-rag); 4. eine große Schicht Braunkohlen mit Seetorf, Bernstein-Asphalt und Töpferthon; 5. eisenschüssiger und chloritischer Sand; schieferiger Thon; sandige und kalkige Lager mit Trigonelliten und Ceriten; Braunkohlen-Bruchstücke. Im Süd-Westen von der Charente, wo die Lager 4 und 5 fehlen, ruhen wagerechte Bänke eines sehr weißen Kalksteines mit Muschel-Resten (Saintonge) unmittelbar auf den Oolithen der Jura-Formation und vertreten die untern Bänke der Kreide. Herr Boué hat die Spuren der Braunkohlen von Rochefort über Perigueux bis Sarlat verfolgen können.

Der Sand und die Thone mit Braunkohlen, dem grünen Sand zugehörend, sind nach der Tiefe zu mit den blauen Thonen vom Cap la Hève unfern Havre verbunden; nach oben verkündigen sie gleichsam die mächtige Braunkohlen-Niederlage des tertiären Gebietes, das heißt die Braunkohlen des Töpferthones und der Molasse, welche über der Kreide gelagert sind. Da die Kreide in ihren untern Bänken (chloritische Kreide — craie chloritée — zwischen Fécamp und Dives) selbst Braunkohlen einschließt, und da sie in gewisser Beziehung als eine Fortsetzung der Jura-Formation betrachtet werden kann, so dürften die Erscheinungen, von welchen im Vorhergehenden die Rede gewesen, als der Beobachtung der Gebirgsforscher vorzüglich werth gelten. Der Deutsche Plänerkalk, oft gemengt mit Glimmer-Blättchen und mit Quarzkörnern, setzt eine der obern Lagen des grünen Sandes zusammen, und vertritt zugleich die chloritische Kreide und einen Theil der gröbern Kreide (craie tufau).

IV. Kreide.

§. 34. Je mehr wir uns entfernt haben vom Alpenkalk, um desto zusammengesetzter sind die Formationen geworden. Zwar steht dem Muschelkalk und dem Quader-Sandstein eine ziemlich einfache Struktur zu; aber der Jurakalk und der grüne Sandstein zeigen

da, wo sie sich gehörig entwickelt, ein sehr Zusammengesetztes in Lagen und häufigem Wechsel. Dieß Streben nach einem mehr Verschiedenartigen des Bestandes, nach einer Aufhäufung von Massen, die einander fremd sind — ein Streben, das sein Höchstes im tertiären Gebiet erreicht — läßt gewissermaßen nach im Kreide-Gebilde. Zwischen dem grünen Sandstein und dem Töpferthon (grès à lignites tertiaire) ihre Stelle einnehmend, sticht die Kreide durch eine größere Einfachheit der Struktur sehr ab von den namhaft gemachten zusammengesetzten Formationen. Die thonigen Lagen (dief), die kalkigen und sandsteinartigen (tourtia), welche die (oolithische) Jura-Formation von der Kreide scheiden, dürfen mit dieser letztern nicht verwechselt werden, obgleich es in häufigen Fällen nicht leicht ist die Grenze zu ziehen zwischen den Mergeln mit Oolithen-Bänken des Jura-Gebietes, den Schichten von grünem Sandstein, und den kreideartigen Mergeln oder gelblichen, fast dichten, Kalksteinen, scheinbar den untersten Lagen der Kreide zugehörend.

Dieß letzte Gebiet ist, zufolge der Untersuchungen der Herren **Omalius** und **Brongniart**, aus dreien, ziemlich deutlich unterscheidbaren, Lagen zusammengesetzt. Die untere macht die chloritische Kreide (glauconie crayeuse) aus, zerreiblich, untermengt mit grünen Körnern: die mittlere ist die grobe Kreide (craie tufau), graulich, sandartig, Mergel einschließend und, statt der Feuersteine, Hornstein von wenig dunkler Färbung: aus der weißen Kreide besteht die obere Lage. Zuweilen eignen sich die ältesten Lagen schwärzlichgraue Farben an; sie werden theils sehr dicht (Umgegend von Rochefort), theils körnig und zerreiblich (St. Petersberg bei Mastricht). Die chloritische Kreide geht unmerkbar in grünen Sand (green sand) über. Die weiße Kreide ist die reinste unter den kalkigen Ablagerungen von verschiedenem Alter: sie enthält nur einige Hundertheile Talk; aber sie ist gemengt mit einem größern oder geringern Antheil Sand. Die Verbindung des Pariser Kreide-Gebietes mit andern neuen Flötz-Gebilden (zwischen Gueret und Hirson) ist in einem Durchschnitte nachgewiesen,

welchen Herr **Omalius** geliefert hat[1]. Bei einem barometrischen Nivellement von Paris bis Neapel, im Jahre 1805 ausgeführt, sahen wir, der Herr **Gay-Lussac** und ich, nach und nach unter der Kreide den Jurakalk, den Alpenkalk, den rothen Sandstein, den Gneiß und den Granit (zwischen Lucy-le-Bois, Avallon, Autun und dem Berge d'Aussy) zu Tag ausgehen. Die Kreide-Formation, deren sorgsame Betrachtung zu lange vernachlässigt worden, ist mehr verbreitet, als man allgemein glaubt. Man hat sie in verschiedenen Gegenden Deutschlands nachgewiesen, zum Beispiel in Holstein, in Westphalen (zwischen Unna und Paderborn, im Hanöverischen, am Fuße des Harzes bei Goslar, in Brandenburg unfern Prenzlow und auf der Insel Rügen). Oft ist sie nur erkennbar in den versteinten Körpern, welche von Streifen mergeliger und sandsteinartiger Gebilde umschlossen werden. Sie enthält nur wenig fremdartige Lager, zum Beispiel: Thonbänke (Eiland Wight; Anzin); Feuersteine, in platten oder nierenförmigen Stücken, reihenweise vertheilt, oder in kleinen Gängen (Insel Thanet; Brighton), und bezeichnend für die oberen Kreide-Bänke. Auch trifft man darin kugelige Eisenkiese und schwefelsauren Strontian (Meudon).

Versteinerungen. Im Becken der Seine finden sich, nach den Beobachtungen der Herren **Defrance** und **Brongniart**, in den obern Kreide-Lagen: viele Belemniten (Belemnites mucronatus) und Echiniten (Ananchites ovata, A. pustulosa, Galerites vulgaris, Spatangus cor anguinum, S. bufo); Ostraciten (Ostrea vesicularis, O. serrata); Terebratuliten (Terebratula Defrancii, T. plicatilis, T. alata); Pektiniten (Pectinites cretosus, P. quinquecostatus); Catillus Cuvieri, Alcyonien, Asterien, Milleporen, u. s. w. Die chloritische und grobe Kreide umschließt (Gegend von Havre und Rouen und von Honfleur: Perte du Rhône bei Bellegarde): Gryphæa columba; G. auricularis, G. aquila, Podopsis truncata, P. striata, Terebratula semiglobosa, T.

---

1 Bulletin philomatique, 1814.

gallina, Pecten intextus, P. asper, Ostrea carinata, O. pectinata, Cerithium excavatum, Trigonien, Crassatellen, Enkriniten, Pentakriniten (England), und — was sehr beachtungswerth — Nautiliten und mehrere Ammoniten (Nautilus simplex, Ammonites varians, A. Beudanti, A. Coupei, A. inflatus, A. Gentoni, A. rhotomagensis), während die obern Schichten der Kreide bei Paris — mit Ausnahme des Trochus Basteroti — nicht eine einzige einschaalige Muschel mit einfacher regelmäßiger Windung enthalten. Nach den Beobachtungen der Herren **Buckland**, **Webster**, **Greenough**, **Philipps** und **Mantell**, verglichen mit denen des Herrn **Brongniart**, besteht die größte Uebereinstimmung zwischen den Versteinerungen, welche in Frankreich und in England in Kreidebänken von demselben Alter gefunden werden. Ueberall sind es die ältesten Lager, in denen man die Gebeine großer Saurier (Monitor) und die Meeres-Schildkröten trifft, die Zähne und Wirbelbeine von Fischen (squales). Ungeachtet der Analogieen, welche der über und unter der Kreide gelagerte Braunkohlen-Sandstein (sables verts et argiles plastiques) wahrnehmen läßt, so gehört dennoch diese Formation mehr dem Flötz-Gebiet, als dem tertiären, wo einige Gebirgsforscher von Ansehn ihr eine Stelle anweisen. Auch nähern sich, nach Herrn **Brongniart**, die Muscheln der Kreide-Formation bei weitem mehr denen des Jurakalkes, als denen des Grobkalkes, von welchem die Kreide, in geognostischer Beziehung, sehr scharf geschieden erscheint.

Tertiäre Gebiete.

Die im Vorhergehenden entwickelten Betrachtungen über das innige Verband zwischen den letzten Schichten des Uebergangs- und den ersten des Flötz-Gebietes, lassen sich großen Theiles auch auf die Verbindung anwenden, welche man zwischen dem Flötz- und dem tertiären Gebiet wahrnimmt. Indessen zeigen sich die Uebergangs-Gesteine mit dem Kohlen-Gebilde in einem mehr innigen Zusammenhange, als dieß der Fall ist rücksichtlich der Kreide und der ihr

folgenden Formationen. Was als vorzüglich wichtig gelten muß in geognostischer Beziehung, ist die richtige Unterscheidung partieller Formationen, damit das nicht vermengt werde, was die Natur scharf begrenzt hat, damit jedes Glied einer geognostischen Reihe die ihm in Wahrheit gebührende Stelle angewiesen erhalte. Was die, in neuerer Zeit versuchten, Vereinigungen mehrerer dieser Formationen, durch Zusammenstellungen in Gruppen und Abschnitte, betrifft, so haben sie das Schicksal aller stufenweisen Verallgemeinerungen gehabt. Die Ansichten der Gebirgsforscher sind weniger einig gewesen über die großen, als über die kleinen Abtheilungen. Fast allgemein wurden dieselben Formationen angenommen; aber man gestattete sich Abweichungen in Betreff der Benennung der Gruppen. So verstehen sich die Pflanzenkundigen leichter über die Feststellung der Geschlechter, als über die Vertheilung dieser Geschlechter unter nachbarliche Familien. Ich habe vorgezogen in der Uebersicht der Formationen die ältesten, am meisten bräuchlichen, Klassifikationen beizubehalten. In der langen Reihe der Felsarten, in diesem Verbundenen von Denkmalen aus sehr verschiedenen Epochen, vermag man besonders drei höchst denkwürdige Erscheinungen aufzufassen: den frühesten Schimmer organischen Lebens auf der Erdfeste, das Auftreten der Trümmer-Gesteine, und die Umwälzung, wodurch die alte Pflanzenwelt der Monocotyledonen begraben worden; Erscheinungen die Zeitscheide der Uebergangs-Felsarten bezeichnend und jene des Kohlen-Sandsteines, des ersten Gliedes der Flötz-Gesteine. Ungeachtet des Bedeutungsvollen aber, durch die namhaft gemachten Erscheinungen ausgesprochen, haben die Felsarten einer Zeitscheide immer irgend ein Vorbild unter den Gesteinen der vorhergehenden Epoche, so, daß Alles auf die Wirkung einer nicht unterbrochenen Entwickelung hinweiset.

Da die Ausdrücke: terrains de sédiment moyen (Gebiete des mittlern Niederschlags), calcaire alpin nouveau (neuer Alpenkalk), u. s. w., in vielen, seit kurzer Zeit erschienenen, geognostischen Schriften gebraucht worden, ohne daß man jedesmal die Felsarten besonders bezeichnet, welche jene Gebiete umfassen: so dürfte es

nicht undienſam ſeyn, hier die Synonymik jener Lagerungs-Nomenklatur ins Gedächtniß zurückzurufen. Herr **Brongniart**, zwiſchen primitif und primordial unterſcheidend, begreift, mit Herrn **Omalius d'Halloy**, unter dem Ausdrucke terrains primordiaux (Primordial-Gebiete), alle kryſtalliniſchen Ur- und Uebergangs-Felsarten der Freiberger Schule: er theilt das Flötz-Gebirge (terrains secondaires) in drei Klaſſen. In der erſten dieſer Klaſſen, in der des sédiment inférieur (unterer Niederſchlag[1]), ſind der mountain-limestone oder Uebergangs-Kalk begriffen, der rothe oder Kohlen-Sandſtein, der Alpenkalk oder Zechſtein und der lias; in der zweiten Klaſſe, in jener des sédiment moyen (mittlerer Niederſchlag), finden der Jurakalk und die Kreide ihre Stelle; in der dritten Klaſſe, endlich, durch den Ausdruck sédiment supérieur (oberer Niederſchlag) bezeichnet, folgen alle Geſteine, die neuerer Entſtehung ſind, als Kreide. Das Gebiet des obern Niederſchlags vertritt folglich das tertiäre Gebiet, eine Benennung eben ſo ungeeignet, um ein, an die Ur-, Uebergangs- und Flötz-Gebiete ſich anreihendes, viertes Gebiet kenntlich zu machen, als die veralteten Namen Lager-Gebirge (terrains à couches, roches secondaires) und Gang-Gebirge (Ur- und Uebergangs-Gebiet, terrains à filons). Herr **von Bonnard**, in ſeinem lehrreichen Aperçu géognostique des formations, ſchließt von den Primordial-Gebieten die Porphyre aus, die Uebergangs-Syenite und ſämmtliche kryſtalliniſche Felsarten neuer als jene Geſteine, welche einige Ueberbleibſel von Thieren und Pflanzen enthalten; er betrachtet, und wir ſtimmen damit überein, das Wort primordial als gleichbedeutend mit dem Ausdrucke primitif. Die obern Flötz-Gebiete (terrains secondaires supérieurs) des Herrn **von Bonnard** weichen bedeutend ab vom Gebiet des obern Niederſchlags (terrains de sédiment supérieur) des Herrn **Brongniart**: es gehören

---

1 Description géologique des environs de Paris; p. 8. Sur le gisement des ophiolithes, p. 36.

vielmehr jene Gebilde dahin, welche dieser achtbare Gelehrte mit dem Namen Gebiet des mittlern Niederschlags (terrain de sédiment moyen) belegt hat. Alle Formationen, von der Kreide bis zum rothen Sandstein, mit Ausnahme der Steinkohlen, sind unter der übermittlern Ordnung (ordre surmoyen) des Herrn Conybeare begriffen, während Herr Buckland[1] — durch das innige Verband zwischen den Steinkohlen und ihrer Unterlage, in England beobachtet — sich veranlaßt sahe, die Flötz-Formationen auszudehnen von der Kreide bis zum mountain-limestone und bis zur Grauwacke (old red sandstone). Er nennt unsern Zechstein mit Salz-Niederlagen alten Alpenkalk (elder alpine limestone); den lias, die Rogensteine, den grünen Sand und die Kreide, neuen Alpenkalk (younger alpine limestone). Diese Andeutungen genügen, wie ich denke, um die Synonymik der großen geognostischen Abtheilungen zu verstehen.

Das häufige Gemengtseyn steiniger Lager mit losen Gebilden (terrains meubles, Massen ohne Zusammenhang) hat, lange Zeit hindurch, die tertiären Formationen, das heißt, die über der Kreide gelagerten, mit dem aufgeschwemmten oder Schuttlande (terrains d'alluvion et de transport) verwechseln lassen, welches Guettard im Jahre 1746 mit dem Namen zone des sables bezeichnete. Irriger Weise hat man die tertiären Formationen als von geringer Bedeutung geachtet, als regellos in ihren Schichtungs-Verhältnissen, als beschränkt auf Landstrecken von geringer Verbreitung. Die Freiberger Schule stellte anfänglich (1805) über den Muschelkalk und die Kreide nur vier Formationen, nämlich: Sand und Thon mit Braunkohlen, schon im Jahr 1760 durch Hollmann erkannt[2]; die Kalk-Nagelflue, den Travertino und den Süßwasser-Tuff[3]. Von Bruguieres war bereits beobachtet worden,

---

1 Structure of the Alps, 1821, p. 8 and 17.

2 Philos. transact. vol. LI, p. 505.

3 Reuß Geognosie, Th. II, S. 473, 630, 644.

daß die Mühlensteine (meulières) von Montmorency neue Süßwasser-Konchylien enthalten. Der knochenführende Gyps vom Montmartre, welchen **Karsten** als dem Salz-Gyps des Zechsteines gleichstehend angesehen, war durch **Lamanon** und durch Herrn **Voigt** (1799) betrachtet worden als ein Niederschlag süßer Wasser. **Werner** nahm ihn (1806) für durchaus verschieden von den Deutschen Gyps-Formationen und als einer bei weitem neuern Bildungs-Epoche zugehörig [1]. Die Beobachtungen zusammengestellt von der geologischen Gesellschaft in London und von der **Wernerischen** Sozietät zu Edinburg, die nützlichen Arbeiten des Herrn **Omalius d'Halloy** (1808) und die Forschungen einiger Italischer Gebirgskundigen, hatten ziemlich beträchtliches Material geliefert zum Studium der tertiären Gebiete; aber die tiefste Kenntniß von den verschiedenen, diese Gebiete ausmachenden, Formationen, welche in den fernsten Landen dieselben Merkmale tragen, wurde erst geboten zu der Zeit, als die geognostische Beschreibung der Pariser Gegend von den Herren **Brongniart** und **Cuvier** [2] erschien. In dem Becken, worin die Hauptstadt des Französischen Reiches gelegen, finden sich alle tertiären Formationen — vielleicht mit Ausnahme des Braunkohlen-Sandsteines, der nur als Töpferthon auftritt — am mächtigsten entwickelt. Alle Formationen, welche in andern Gegenden Europas vermißt werden, oder nur in einzelnen Streifen erscheinen, findet man vereint an den Ufern der Seine.

Indem ich, so gedrängt, als die Absicht es gestattet, eine Schilderung der Glieder der tertiären Reihe gebe, benutze ich zugleich das große Werk des Herrn **Brongniart**, jenes der Herren **Conybeare** und **Philipps** über den Boden Englands, die geologische Reise des Herrn **Beudant** nach Ungarn, und die neuesten Beobachtungen der Herren **Boué** und **Prevost**, welche, durch Ausfüllung der Lücke in unserm Wissen, das heißt jener zwi-

---

1 **Freiesleben**, Kupferschiefer-Geb. Th. I, S. 174.

2 Descript. géologiq. des environs de Paris; 1.re éd. 1810; 2e. éd. 1822.

schen den tertiären und den oolithischen Formationen, der verlässigen Geognosie einen höchst wesentlichen Dienst geleistet. Durch Vergleichung von Gebieten, die einander sehr fern sind, läßt sich, bis zu gewissem Punkte, eine Verwechselung der allgemeinen Uebersicht der Lagerungen mit der geographischen Beschreibung eines einzelnen Beckens vermeiden. Es ist allerdings ziemlich auffallend, daß die letzte Schicht des großen geognostischen Gebäudes — jene deren Bildungs-Epoche unserer Zeit am nächsten liegt — erst so spät erforscht worden. Da die losen Bänke des tertiären Gebietes fossile Muscheln einschließen, die in hohem Grade wohl erhalten sind, so ist es auch dieß Gebiet, welches zur Vervollkommnung der unterirdischen Konchylien-Kenntniß vorzugsweise Stoff geboten. Die Vorliebe, womit man in mehreren Landen sich diesem Wissen hingegeben, wird dem Studium der Flötz- und Uebergangs-Formationen gleichfalls sehr nutzvoll seyn, wenn man nicht vergißt mit den zoologischen Merkmalen jene in Verbindung zu setzen, die sich aus den Lagerungs-Verhältnissen ergeben und aus dem beziehlichen Alter der Felsarten.

Ich habe weiter oben die Gründe entwickelt, warum ich die Benennungen erstes, zweites und drittes Meeres- oder Süßwasser-Gebilde vermieden. Am häufigsten suchte ich solche numerische Namen, sehr geeignet irrige Ansichten zu erwecken, durch geographische Benennungen zu ersetzen. Die neuesten Formationen sind diejenigen, deren Lagerungs-Beziehungen scheinbar am meisten durch örtliche Umstände bestimmt worden. Ein periodischer Wechsel kalkiger und kieseliger Substanzen (der Thon selbst hat einen Kiesel-Gehalt von beinahe siebenzig Hunderttheilen) thut sich dar bis zu den Schichten, die einer und derselben Formation zugehören. Die fremdartigen Lagen, und die Unter-Abtheilungen der kalkigen und gypsigen Gebilde, erlangen in einigen Gegenden eine so gewaltige Ausdehnung, daß man sie für besondere oder selbstständige Gebiete zu betrachten geneigt seyn könnte. Daraus ergibt sich, daß die Folge und der Parallelism der tertiären Gebirgs-Gesteine, so jugendlichen Ursprungs und von so zusammengesetzter Struktur, zuweilen

abzuweichen vermögen von dem Typus, welchen wir ihnen anweisen in der Uebersicht der Formationen.

Tertiärer Thon und Sandstein mit Braunkohlen (Argile plastique, Molasse et Nagelflue d'Argovie).

§. 35. Da, wo das tertiäre Gebiet seinen Anfang nimmt, wie unter der Kreide, zwischen dieser Felsart und dem Jurakalk, finden sich die Ablagerungen von Braunkohlen: so sehen wir auf der Grenze der Uebergangs- und Flötzzeit die große Niederlage von Steinkohlen (coal-measures) auftreten. Beide Gebiete, das Flötz-Gebiet und das tertiäre, beginnen mit Pflanzen-Aufhäufungen. Je mehr man vorschreitet vom Kohlen-Sandstein gegen neuere Formationen, sieht man allmählig Dicotyledonen an die Stelle von Monocotyledonen treten; von diesen erscheinen noch welche — endogénites des Herrn Adolph Brongniart, aber keine Farnkräuter — oberhalb der Kreide bis zum knochenführenden Gyps: indessen zeigen sich im Allgemeinen die Dicotyledonen (exogénites) herrschend in den Braunkohlen-Ablagerungen. Ich sah mich weniger überrascht von diesem Gemenge, als von dem Gleichmäßigen der Monocotyledonen-Vegetation in der alten Welt, deren Ueberbleibsel wir in den Gebilden der Uebergangszeit finden und in denen des Kohlen-Sandsteines. Mitten in den Wäldern des Orinoko, die überaus reich sind an Monocotyledonen, ist das Verhältniß derselben zu den Dicotyledonen, was die Masse angeht, das heißt die Zahl der Einzelwesen, wie 1 zu 40. Das Verhältniß, welches die Steinkohlen-Gebilde darlegen, ist folglich kein tropisches. Sollte es eine Aenderung erfahren haben durch die Ungleichheit des Widerstandes, welchen Monocotyledonen und Dicotyledonen der Zerstörung entgegenzusetzen wissen?

Wir werden in dem über der Kreide gelagerten Braunkohlen-Sandstein die Parallel-Formationen von Töpferthon, Mergel und Sand mit Braunkohlen, und Molasse und Nagelflue, zusammenfassen.

In den Gegenden um London und Paris ist nur ein Streifen dieses Gebildes vorhanden, das man im südlichen Frankreich, in der Schweiz und in Ungarn, um Vieles mächtiger entwickelt findet. In Frankreich und in England ist die Kreide mit einer Töpferthonlage überdeckt, ohne Muscheln, ohne andere Reste aus der Lebenwelt, gänzlich frei von Kalk, nur einige Hornsteine und Etwas Gypsspath einschließend. Eine Sandschicht scheidet den Töpferthon von den sogenannten fausses glaises, welche mehr kieselig sind und schwarz gefärbt. Die letztern enthalten Braunkohlen oder bituminöses Holz, abstammend von Monocotyledonen; wahren Bernstein (nach der Entdeckung des Herrn **Bequerel**); Bitumen, und (Soissonnois, Montrouge, Bagneux) ein Gemenge aus Meeres- und Fluß-Muscheln (Cyrenen, Ceriten des süßen Wassers, oder Potamiden, Melanien, Limneen, Paludinen). Man trifft dieß Gemenge in der Regel nur nach der obern Grenze des Töpferthones und der Braunkohlen. Die Meeres-Muscheln ähneln, zu Folge der Beobachtungen des Herrn **Prevost**, denen des Grobkalkes. Eingelagerte Schichten: Sand und Sandstein mit Muscheln, Massen von Kalk (calcaire concrétionné) mit Krystallen vom schwefelsauerm Strontian. Versteinerungen, nach den Herren **d'Audebard de Ferussac** und **Brongniart**: Planorbis rotundatus, Paludina virgula, P. unicolor, Melanopsis buccinoidea, Nerita globulosa, Melania triticea; — Ceritium funatum, Ampullaria depressa, Ostrea bellovaca, etc.

In England zeigt sich der Töpferthon — welcher nicht verwechselt werden darf mit dem London clay, dem Stellvertreter des Pariser Grobkalkes, noch mit dem Oxford oder Clunchclay, der Jura-Formation zugehörig — reicher an Sand, als an Thon: er schließt Braunkohlen ein (Insel Wight, Newhaven), und (was denkwürdig ist um der Uebereinstimmung willen mit der Molasse von Aargau und von Ungarn) einen zerreiblichen Sandstein (Stutland in Dorsetshire). Man findet darin, nach den Herren **Webster** und **Buckland**, Abdrücke von Blättern, von Palmen-Früchten, Cycladen (Cyclas cuneiformis, C. deperdita), Turi-

tellen, Ceriten (Cerithium melanoides, C. intermedium) und Austern (Ostrea pulchra, O. tenuis).

Das Bernstein-Gebiet in Pommern und in Preußen, wahrscheinlich der Kreide aufgelagert, besteht aus Thon und Braunkohlen und aus Bernstein-Knollen. Die organischen Körper, welche es einschließt, sind neuerdings Gegenstand der Untersuchung des Herrn **Schweigger** gewesen. Vermöge seines Lagerungs-Verhältnisses gehört dasselbe, nach der sehr treffenden Bemerkung des Herrn **Brongniart**, der Formation §. 35 an.

Die Braunkohlen-Sandsteine (Molasse und Macigno) sind in den Ebenen Ungarns verbreitet, wie in dem großen Becken der Schweiz, zwischen den Alpen und dem Jura, oder vielmehr zwischen dem See von Annecy und dem von Konstanz. Die Ungarische Formation, deren Kenntniß wir Herrn **Beudant** verdanken, ist in geognostischer Beziehung die wichtigste, denn man sieht sie dem Jurakalke aufgelagert (Sari Sap in der Gegend von Gran, und Ufer des Balaton-Sees). Sie wird (bei Ofen) unmittelbar von einem Muschelkalk überdeckt, ähnlich dem Grobkalk von Paris. Sie besteht aus Trümmer-Gesteinen (Nagelflue) und aus Kalk-Brekzien, die mit glimmerigem, zerreiblichem, schieferigem Sandstein mit kleinen eckigen Quarz-Körnern wechseln, mit Sand und mit Thon-Lagen. Sie umschließt mächtige Braunkohlen-Niederlagen (Csolnok, südwärts von Gran; Wandorf bei Oedenburg), Erdöl-Quellen, körnigen Thon-Eisenstein, Süßwasser-Muscheln, und, da wo sie den aufgelagerten Grobkalk berührt, Meeres-Muscheln. Das **Sandstein-Gebilde** der Schweiz, welches die Molasse und die Nagelflue begreift, besteht, nach den neuern Untersuchungen der Herren **von Charpentier** und **Lardy** (die Aufzählung mit den untersten Schichten beginnend), aus: 1. sandigem **Kalk**, etwas eisenschüssig, oft in wahrhaften Sandstein mit kalkigem Bindemittel übergehend; 2. aus Trümmer-Gestein (Nagelflue), kalkige und kieselige Bruchstücke einschließend, die stets abgerundet sind und verkittet durch ein kalkiges Bindemittel; 3. aus Molasse oder Sandstein mit kleinen Quarz-Körnern und einem thonigen oder

mergeligen Cäment. Gänge von Kalkspath durchsetzen häufig die Nagelflue, und die Molasse (von feinem Korne und zerreiblich) wechselt mit Mergel-Bänken. Die Nagelflue, welche zugleich Rollsteine von Porphyr und von dichtem Kalkstein enthält (Rigi, Freiburg, Entlibuch), ist nicht immer von der Molasse überlagert; und Herr von Buch hat, vor langer Zeit schon, die Beobachtung gemacht, daß zwischen Habkern und dem kleinen Emmethal die Molasse zu mehrern Malen wechselt mit der Nagelflue. Dieß ganze Gebilde, dessen Oberfläche im Allgemeinen unbedeckt ist, ruht, gegen Norden hin (Aarau, Brundrutt, Boudry), unmittelbar auf dem Jurakalke; nach Süden aber auf Alpenkalk (Gegend von Genf und Teufenbachtobel, südwestlich vom Rigi). Nach dem Schichtenfall zu urtheilen, glaubten mehrere berühmte Gebirgsforscher, die Nagelflue sey älter als der Alpenkalk. Herr Keferstein ist noch der Meinung, daß die Molasse (Mergel-Sandstein) tiefer liege, als die Kreide, und selbst tiefer als der Jurakalk. Ein stinkender bituminöser Kalk, ein faseriger und thoniger Gyps, wechselnd mit Mergeln, in welchen Ammoniten sich finden; ein dichter, gelblichweißer Kalkstein und Braunkohlen, machen die untergeordneten Lager der Schweizerischen Molasse aus. Die Braunkohlen, welche man unfern S. Saphorin, zwischen Vevay und Lausanne abbauet, sind mit Nagelflue überdeckt; jene von Paudex liegen in der Molasse. Das ganze Gebilde umschließt, in der Schweiz, zugleich Meeres-Muscheln (Ammoniten, Cythereen, Donaciten), Süßwasser-Konchylien (Limneen, Planorben), Palmaciten, namentlich P. flabellatus (Montrepos) und Gebeine der Vierfüßer (Aarberg, Estavayer, Käpfnach an den Ufern des Züricher Sees): Gebeine, welche, den Untersuchungen des Herrn Meisners zu Folge, von dem Anaplotherium, dem Mastodon angustidens und dem Bieber herrühren. In der Molasse von Cremin und von Combremont ruht eine Brekzie mit Meeres-Muscheln auf einem braunen, mit Planorben erfüllten, Kalkstein. Herr Brongniart hat, seit dem Jahre 1817, auf der Uebereinstimmung des Pariser Töpferthones mit einem Theile der Schweizerischen Molasse und Nagelflue beharret, welche, eine lange Zeit

hindurch, mit dem bunten Sandsteine Deutschlands verwechselt worden. Dieser Gelehrte ist ferner der Meinung, daß die Molassen, Reste von Mastodonten enthaltend und von Anthracotherium (Cadibona unfern Savona), noch neuerer Entstehung sind, als der Töpferthon; daß sie vielleicht mit dem Grobkalke im Verbande stehen, der nicht selten sandig wird, oder daß dieselben als dem Gypse des Montmartre parallel gelten müssen. Die Knochen der Thiere mit Wirbelbeinen, welche sparsam im Töpferthone von Paris und von London vorkommen (bei Auteuil und in der Gegend von Margate), sind noch nicht zoologisch bestimmt, und bis daher hat Herr Cuvier, im Verfolg seiner wichtigen Untersuchungen über die Lagerstätten fossiler Körper, die Ueberbleibsel von Landsäugethieren nur in Gebilden erkannt, die im Alter dem Grobkalk nachstehen. Hiernach wäre es möglich, daß die Molassen oder Braunkohlen-Sandsteine Ungarns einer frühern Bildungszeit angehörten, als jene der Schweiz; aber, da im letztern Lande die Formationen des (Pariser) Grobkalkes und des Knochen führenden Gypses fast nicht entwickelt worden, und da im Allgemeinen der Parallelism derselben durch den häufigen Wechsel tertiärer Felsarten etwas unsicher wird: so könnte auch seyn, daß die langedauernde Entstehungsfrist der Schweizerischen Molasse und Nagelflue (die der untern und obern sandsteinartigen, mergeligen, kalkigen und gypsigen Lagen) jener der drei Formationen des Töpferthones, des Grobkalkes und des Gypses der Pariser Gegend gleichzeitig gewesen wäre.

Das Gebiet, den Gegenstand unserer jetzigen Betrachtung ausmachend, ist, wie die neuern Untersuchungen des Herrn Boué ergaben, im südwestlichen Frankreich, von Libourne bis Agen, und zumal nordwärts von der Dordogne und Gironde, außerordentlich mächtig entwickelt worden; es ruht hier auf der Kreide. Man findet dasselbe von oben nach der Teufe zusammengesetzt aus sandigem Kalkstein mit Ueberbleibseln von Muscheln und mit Gebeinen von Thieren mit Wirbelbeinen, aus kleinen Lagen von kugeligem Eisenstein (fer globulaire), aus grauem und grünlichem Mergel, und aus gelbem Kalksteinmit Ceriten. Braunkohlen-Ab-

lagerungen sind darin von Herrn **Brongniart** erkannt worden [1]; aber sie zeigen sich nicht häufig, und die Stelle, welche diese sandige Formation zwischen der Kreide und dem Grobkalk von Bordeaux einnimmt, bezeichnet dieselbe hinreichend als Molasse. Dem Braunkohlen-Sandstein können stellenweise die Braunkohlen fehlen, so wie der rothe oder Steinkohlen-Sandstein oft ohne alle Kohlen auftritt. Da fast alle Flötz-Formationen ihre Sandsteine haben und ihre Trümmer-Gesteine, so muß man nicht sämmtliche Nagelflue (poudingue polygénique der Klassifikation des Herrn **Brongniart**) als derselben Formation zuständig betrachten: es gibt deren, welche nur örtliche Bildungen zu seyn scheinen von geringer Verbreitung; andere (Salzburg und St. Gallen?) dürften, nach der scharfsinnigen Beobachtung des Herrn **Boué**, vielleicht von höherm Alter seyn, als die Kreide und der Jurakalk. Zudem ist die Uebereinstimmung, welche gewisse Lager zwischen dem Quader-Sandstein und der Kreide mit jenen wahrnehmen lassen, die ihre Stelle zwischen der Kreide und dem Knochen führenden Gypse gefunden, eine der Beachtung der Gebirgskundigen sehr denkwürdige Thatsache.

Unermeßliche Ablagerungen von Sand, von Thon und von Braunkohlen mit Honigstein (Artern), auch mit Bernstein (Bernstein von Muskau und Bernerde von Zittau), überdecken einen Theil von Deutschland. Man trifft Bänke sehr quarzigen Sandsteines vorzüglich da (Karlsbad, Habichtswald, Meisner, Wilhelmshöhe bei Kassel, Wolfseck), wo basaltische Ströme sich ausgebreitet haben über den Thon mit Braunkohlen. In Beziehung auf diese Nähe hat man vordem jenen Sandsteinen, welche in mineralogischer Hinsicht verwechselt werden könnten mit dem gleichfalls quarzigen Sandstein des bunten Sandsteines und mit den Sandsteinen von Fontainebleau, den ungeeigneten Namen Trapp-Sandsteine beigelegt. Gehört der Sand mit Granaten (Granaten-Sand)—

---

1 Descript. géol., art. II, §. 1.

das heißt: der Thon und Mergel von Meronitz und Podsedlitz in Böhmen, welche einzeln eingestreute rothe Granaten (Pyropen) enthalten — dieser nämlichen Formation §. 35 an? oder muß derselbe — wie mich dieß mehrere in der Kordillere von Mexiko und auf dem Eilande Graciosa (Kanarisches Inselmeer) beobachtete Thatsachen vermuthen lassen — den basaltischen, auf feurigem Wege entstandenen, Gebilden beigezählt werden?

Pariser Kalkstein (Grob- oder Ceriten-Kalk, Calcaire grossier ou Calcaire à cérites), eine Formation dem Thone von London parallel und dem sandigen Kalk von Bognor.

§. 36. Diese sehr zusammengesetzte Formation, welche man in Ungarn wieder gefunden, in Italien und auf dem neuen Festlande, wurde, ehe die mineralogische Geographie der Gegend von Paris bekannt geworden, ganz vernachlässigt. Der Grobkalk, geschieden vom Töpferthon durch eine Sandschicht, besteht, nach den Beobachtungen des Herrn **Brongniart**, im Becken der Seine, aus dünnen sehr regelrecht wechselnden Bänken von mehr und weniger festem Kalkstein, aus thonigem und kalkigem Mergel. In sehr weit erstreckten Gebieten zeigen sich im Allgemeinen dieselben Muscheln in den mit einander übereinstimmenden Schichten (couches correspondantes), während Schichten, verschiedenen Systemen zuständig, Muscheln zu führen pflegen, deren Gattungs-Differenz ziemlich auffallend ist. Diese Erscheinung des Gleichförmigen in Vertheilung der Thiere ist vorzüglich bezeichnend für das tertiäre Gebiet: schon in den verschiedenen Bänken, das Jura-Gebilde der Schweiz und Englands zusammensetzend, beginnt jenes Phänomen sichtbar zu werden. Die untern Lagen des Pariser Grobkalkes sind chloritisch (glauconeuses), sandig, erfüllt mit Madreporen und Numuliten. In den mittleren Lagen trifft man häufige Abdrücke von Blättern und Pflanzen-Stengeln (Endogenites echinatus, Flabellites parisiensis, Pinus Defrancii, nach der Arbeit des Herrn **Adolph Brongniart** über die versteinte Vegetation), Millioliten, Ovu-

liten, Cythereen, aber fast keine Ceriten. Die obern Lagen zeigen Lucinen, Ampularien, Corbula striata und Ceriten in großer Mannichfaltigkeit (fast sechzig Gattungen); im Allgemeinen ist jedoch die letzte Lage minder reich an Versteinerungen, als die mittlere und die untere, in welchen die Herrn **Defrance** und **Brongniart** bei 600 Muschelarten gesammelt haben. Die berühmte Muschelbank von Grignon und die Versteinerungen vom Falun de Tourraine gehören vorzüglich den mittlern Lagen an. In diesen und im System der obern Lagen werden die Kalkbänke zuweilen gänzlich vertreten von Sandsteinen oder von Hornsteinmassen. Es sind diese Sandsteine, in welchen die Herren **Gillet de Laumont** und **Beudant** (zwischen Pierrelaie und Franconville) ein Gemenge von Meeres-Muscheln mit Süßwasser-Muscheln (Limneen und Paludinen) nachgewiesen haben. Die Versteinerungen des Pariser Kalksteines, unter denen man niemals Belemniten, Orthoceratiten, Baculiten noch Ammoniten trifft, weichen gänzlich ab von denen der Kreide.

Die Muscheln führenden Niederschläge, in den verschiedenen Gegenden Europas die Formation vertretend, welche wir so eben geschildert, zeigen sich zum Theil übereinstimmend was Bestand und Ansehen betrifft (Ebenen um Wien, beschrieben durch Herrn **Prevost**; Hügel um Pesth und Teteny in Ungarn, beschrieben durch Herrn **Beudant**); theils sind sie bloß analog nach ihrer geognostischen Stellung und nach den versteinten Ueberbleibseln, welche sie beherbergen (England). Der Grobkalk Ungarns, reich an Ceriten, Turitellen, Ampullarien, Venus-Muscheln und Crassatellen — nicht sehr deutlich, indem nur die Kerne vorhanden sind — bietet, selbst in den geringfügigsten empirischen Merkmalen, ein Wiedererkennen des Kalkes von Paris. Er steht mit einem Muschelsand in Verbindung (Czerhat, Raab), der mitunter gemengt ist mit grünen Körnern und viel Aehnliches hat mit den Muschel-Ablagerungen der Lombardischen Ebenen.

Die Grobkalke der Dordogne und Gironde, in geographischer Hinsicht dem Becken der Seine näher gelegen, zeigen nicht immer

dieß Uebereinstimmende im Bestande, dessen so eben bei den Ungarischen Kalken gedacht worden. Nach den neuesten Beobachtungen des Herrn Boué, sind sie aus zwei sehr deutlichen Lagen zusammengesetzt. Die untere ist wenig muschelreich, hat nicht viele Trümmer versteinter Körper aufzuweisen; sie besteht aus einem gelblichweißen dichten Kalksteine, der zuweilen abfärbt, wie Kreide, aus Mergeln und aus Bänken quarziger Rollsteine. Die obere Lage macht ein sandiger Kalkstein aus, der häufige Muscheln führt, und mitunter fast der braunlichen Molasse ähnlich ist.

In England gilt, nach dem Ergebniß der Forschungen der Herren Buckland, Webster und Sowerby, der Thon von London (London clay) nicht bloß vermöge seines Gelagertseyns über Töpferthon als Parallel-Formation des Pariser Kalkes; sondern er umschließt auch beinahe sämmtliche Muschel-Arten, die den untern Lagen jenes Kalkes besonders eigenthümlich scheinen. Die Formation im Becken der Themse, von den Englischen Gebirgskundigen gemeiniglich mit dem Namen London clay bezeichnet, ist nichts als eine Ablagerung von Thon und braunlichem Mergel, welche Eisenkiese enthält und einige Blätter von Gypsspath; allein in andern Gegenden Englands nähert sich jene Lage, durch das Mineralische ihres Bestandes, bei weitem mehr dem Grobkalk. Sie hat, nach den Herren Conybeare und Philipps, auf den Küsten von Sussex, zu Bognor und um Harwich (Essex), Bänke dichten und sandigen Kalkes aufzuweisen. Man findet darin, außer den fossilen Körpern, der ihr analogen Formation im Becken von Paris zustehend, Abdrücke von Fischen, Gebeine von Schildkröten und Krokodilen (Islington), eine Art Ammoniten (Ammonites acutus, zu Minstercliff) und Braunkohlen. Cerithium giganteum, ziemlich gemein im Thon von London, gehört in Frankreich nur der untern Schicht des Grobkalkes an, welche außerdem keine andere Ceriten-Art führt. Der London clay, in welchem man Bernstein gefunden haben will (Holderneß in Yorkshire), scheint in mehr inniger Beziehung mit dem Töpferthon (grès tertiaire à lignites) zu stehen, als der Pariser Grobkalk.

Herr **Brongniart** zählt dieser Formation (§. 36) die größere Hälfte des kalkigen Trapp-Gebildes (terrain calcaréo-trappéen) im Vicentinischen (Val Ronca, Montecchio maggiore, Monte Bolca) bei, ferner den Hügel la Supergue unfern Turin, das Cap S. Hospice bei Nizza, die Grande-Terre de la Guadeloupe, u. s. w. Die berühmten Fischabdrücke vom Monte Bolca, über welche Herr **von Blainville** eine so wichtige Arbeit unternommen, finden sich, nach den Untersuchungen des Herrn **Maraschini**, nicht eigentlich im Grobkalk, sondern — wie dieß zumal deutlich bemerkbar zu Novale und zu Lago unfern Salceo — in einem schieferigen Stinkkalk, der vom Grobkalk geschieden ist durch eine Schicht von Töpferthon mit Braunkohlen. Dieses Lagerungs-Verhältniß scheint mir die bituminösen Mergel mit Abdrücken von Fischen und Blättern (vom Monte Bolca) den Mergeln des Knochen führenden Gypses vom Montmartre zu verbinden.

In Aequinoktial-Amerika, wo ich die Formationen der Kreide und des Braunkohlen-Sandsteines nicht gesehen, glaube ich, gehören die Hügel, welche stellenweise die Kordilleren von Venezuela begrenzen nach der Seite des Meeres (Castillo de San Antonio de Cumana, Cerro del Barigon auf der Halbinsel Araya, Vigia de la Popa nahe beim Hafen von Carthagena), dem Grobkalk an. Der Bestand dieser Hügel ist folgender: 1. weißlichgrauer dichter sandiger Kalk, dessen Schichten, bald wagerecht, bald regellos geneigt, fünf bis sechs Zoll Mächtigkeit haben (einige Bänke sind fast frei von Versteinerungen; andere erscheinen voll von Madreporen, Carditen, Ostraciten und Turbiniten, und gemengt mit großen Quarz-Körnern); 2. kalkiger Sandstein, in welchem die Sandkörner häufiger sind, als die Muscheln (mehrere Bänke dieses Sandsteins schließen keine Glimmer-Blättchen, wohl aber Nieren von Braun-Eisenstein ein, und werden so kieselig, daß sie fast nicht mehr mit Säuren brausen, und daß die versteinten Körper daraus beinahe gänzlich zurücktreten); 3. Bänke von verhärtetem Thon mit Gypsspath. Die Kalkschicht, von welcher ich große Handstücke in dem königlichen Naturalien-Kabinet zu Madrid niedergelegt habe, zeigt (zwi-

schen Punta Gorda und den Trümmern des Schlosses von Santiago d'Araya) eine unermeßliche Menge Soleniten, Ampullarien, Austern und Lithophyten-Polypiten, mitunter familienweise vertheilt. Diese tertiäre Formation, aus Muschelkalk bestehend, mit Quarzkörnern, aus thonigem Mergel und kalkigem Sandstein, steht in geographischem Verbande mit den tertiären Gebieten der den Küsten von Cumana gegenüber liegenden Inseln, wie zum Beispiel mit jenen von Guadeloupe und Martinique. Bald ist sie unmittelbar auf Alpenkalk gelagert (Punta Delgada); bald ruht sie auf dem Salzthon von Araya, dessen oben gedacht worden (§. 8, S. 250).

Kieseliger Kalk und Knochen führender Gyps, wechselnd mit Mergel (Gyps von Montmartre).

§. 37. Nach den Klassifikations-Grundsätzen, welchen ich bei dieser Arbeit gefolgt bin, hätte ich den kieseligen Kalk (Champigny) von dem mit Mergeln (marnes appelées marines et d'eau douce) wechselnden Gyps trennen können; allein, da es mir bei meinen Reisen nicht vergönnt gewesen, die über der Kreide liegenden Gebilde zu einem besondern Gegenstande meiner Forschungen zu machen, so habe ich nichts ändern wollen an den allgemeinen Durchschnitten, die in dem Werke der Herren **Brongniart** und **Cuvier** enthalten sind.

Der **kieselige Kalk** des Pariser Beckens, welcher bald weich ist und weiß, bald grau, sehr feinkörnig und höhlenvoll, erscheint gleichsam seiner ganzen Masse nach durchdrungen von Hornstein oder von quarziger Materie. Er steht, nach oben, durch die thonigen und gypsigen Mergel, — die sowohl mit dem kieseligen Kalke wechseln, als mit dem Knochen führenden Gypse (butte de la Briffe de S. Denys, Crecy, Coulommiers) — mit dem Gypse in inniger Verbindung; nach der Teufe hin hängt er mit dem Grobkalke zusammen, dessen letzte Schichten zuweilen einige kieselige Erscheinungen wahrnehmen lassen: aber die Hornsteine des Grobkalkes umschließen Meeres-Muscheln, während die kieseligen Kalke des Gyps-Gebietes, die

zu Mühlsteinen dienen, in ihren obern Bänken Fluß-Muscheln enthalten. Ich habe bereits darauf aufmerksam gemacht (§. 28, S. 259), daß auf dem Rücken der Kordilleren Perus, in 1800 Toisen Höhe, eine Kalk-Formation von hohem Alter (der Alpenkalk) dasselbe Phänomen kieseliger Einseihungen zeigt. Aehnliche Aenderungen im Bestande der Felsarten und im chemischen Gemische der Materien haben in sehr verschiedenen Zeiträumen Statt gefunden. Die kalkigen Mergel, welche mit dem Kieselkalke von Paris wechseln, enthalten einen merkwürdigen Magnesit, ein fast reines gewässertes Silikat der Talkerde, womit die Herren Brongniart und Berthier uns bekannt gemacht haben. Die kieseligen Einseihungen dieser Formation gehen zuweilen in plattenförmig abgesonderten Chalzedon über und in einen nierenförmigen, roth, violblau oder braun gefärbten Hornstein.

Das Gyps-Gebilde besteht, im Pariser Becken, aus wechselnden Schichten von schieferigem Mergel und von körnigem, dichtem und blätterigem Gyps. Es enthält, nach dem Innern zu und in seiner größten Masse, Land- und Süßwasser-Erzeugnisse; aber gegen die obere und untere Grenze hin schließen Gyps und Mergel Meeres-Produkte ein. Die untere Bank der Gyps-Formation ist durch Meniliten (Leberopale) bezeichnet und durch große, gelbliche, linsenförmige Gyps-Krystalle. Nach der Mitte hin werden die Mergelbänke seltener; hier findet man meist den schwefelsauren Strontian und die Fisch-Gerippe. Für die obere Schicht ist die Menge von Knochen charakteristisch Säugethieren des Landes zugehörig, die heutiges Tages unbekannt sind auf unserer Erdfeste (Palæotherium crassum, P. medium, P. magnum, P. latum, P. curtum, Anaplotherium commune, A. secundarium, A. marinum, Chæropotame und Adapis des Herrn Cuvier); ferner wird jene Schicht bezeichnet durch Gebeine von Vögeln, von Krokodilen, von Trionix, von Süßwasser-Fischen: sie ist überdeckt mit kalkigen und thonigen Mergel-Bänken, welche theils Palmenholz einschließen, Planorben, Limneen und Cythereen (Cytherea elegans); theils Ceriten (Cerithium plicatum, C. cinctum), Venus-Mu-

scheln und große sehr dicke Austern (Ostrea hippopus, O. pseudochama, O. longirostris, O. cyatula). Eine Lage grünen Mergels scheidet, nach der obern Grenze der Gyps-Formation hin, die Süßwasser-Muscheln von den Meeres-Muscheln. In der Teufe führt selbst der Gyps (N.° 26 der dritten Masse des Montmartre) meerische Versteinerungen. Zuweilen ist diese Formation nicht in ihrer Ganzheit entwickelt worden; die Gypse fehlen, und an ihrer Stelle erscheinen grüne Mergel von Strontian begleitet. Da der Knochen führende Gyps noch an wenig Orten (Becken von Paris, Puy en Vélay, Aix in der Provence) gehörig untersucht worden, so dürften die Merkmale, welche wir dieser, für die Geogonie oder die Geschichte der alten Umwälzungen unsers Planeten so wichtigen, Formation beilegen, wahrscheinlich noch nicht allgemein genug aufgefaßt seyn.

Sandstein und Sand über dem Knochen führenden Gypse gelagert (Sandstein von Fontainebleau).

§. 38. Dieses Gebilde besteht aus zwei Lagen: die eine, die untere, ist frei von Muscheln; die andere, die obere, enthält Meeres-Schaalthiere. Kieseliger Sand und Sandsteine bilden sehr mächtige Bänke von weiter Verbreitung, deren Oberflächen jedoch einander nicht parallel sind. In der untern Lage, die anstehend keine Muscheln zeigt (jene von Villers-Cotterets und von Fleury scheinen Herrn **Brongniart** abgenutzt, das Ansehen von Geschieben tragend), findet man stellenweise viele Glimmer-Blättchen, Nieren von Braun-Eisenstein lagenartig vertheilt, Etwas Gyps, viel thonige Mergel und Einseihungen von kohlensaurem Kalke (Wald von Fontainebleau). Die obern Lagen, Meeres-Muscheln umschließend (Oliva mitreola, Cerithium cristatum, C. lamellosum, Corbula rugosa, Ostrea flabellula), gehen zuweilen in sandigen Kalkstein über (Romainville, Montmartre). Das unermeßliche tertiäre Gebiet Italiens, jenes der subapenninischen Hügel, mit Gebeinen von Cetaceen und Ostrea hippopus, welches sich von

Asti in Piemont bis Monteleone in Kalabrien erstreckt, und das durch Herrn Brocchi so trefflich beschrieben worden, gehört, nach den Untersuchungen der Herren Prevost und Brongniart, dem Sandstein und dem Sand an, der auf dem Gyps vom Montmartre ruht.

Süßwasser-Gebiet mit porösen Mühlsteinen (Terrain lacustre avec meulières poreuses) über dem Sandstein von Fontainebleau (Calcaire à lymnées).

§. 39. Es ist dieses das große obere Süßwasser-Gebilde, an einigen Stellen zusammengesetzt aus thonig eisenschüssigem Sande, aus Mergel und kieseligen Mühlsteinen, voller kleiner Löcher und Höhlungen (mit Muscheln, Plateau von Montmorency; ohne Muscheln, La Ferté-sous-Jouarre); an andern Orten bestehend aus Hornstein, Mergel und dichtem Kalk (Château-Landon). Diese Kalksteine enthalten Potamiden, Limneen, Planorben, Bulimen, Heliciten und häufige Pflanzen-Abdrücke (Culmites anomalus, Lycopodites squammatus, Chara medicaginula, Nymphæa Arethusæ des Herrn Brongniart Sohn). Wir verweisen, was die Geschichte des großen Süßwasser-Gebildes betrifft, dessen Gegenwart bereits fast in allen Theilen Europas dargethan worden, auf die zweite Ausgabe der Description géologique des environs de Paris (art. VIII).

Eine Gegend der Erdfeste, wo die tertiären Formationen auf sehr mächtige Weise entwickelt worden, und wo, aus demselben Grunde, jene Formationen ziemlich deutlich unterscheidbar geblieben, hat als Typus gedient bei dieser geognostischen Uebersicht der tertiären Formationen; allein man darf nicht vergessen, daß in andern Gegenden die Entwickelung sich beschränkt sah auf den Töpferthon, oder auf den Grobkalk: in solchen Fällen scheinen der Gyps vom Montmartre und der Sandstein von Fontainebleau nur angedeutet durch die Stellen, welche der Mergel und der Sand einnehmen. Das tertiäre Gebiet vereinigt Formationen, die sich überall unter-

einander mengen, wo sie nicht eine gleichmäßige Ausdehnung erlangt haben, und wo der öftere Wechsel mergeliger Schichten die Grenzen der verschiedenen Lagen zu verdecken strebt.

Ich hätte nun noch vom aufgeschwemmten Lande zu reden, aus dessen Betrachtung wichtige Aufgaben hervorgehen über den Ursprung des Sandes in Wüsten und Steppen (entstehend aus rothem Sandstein, aus buntem Sandstein, aus Quader-Sandstein, aus tertiären Gebilden?); allein diese Niederschläge, so mannichfach in ihrem Wechsel, können nicht Gegenstand einer Arbeit seyn, welche die Ueberlagerung der Felsarten zum Zwecke hat.

Vulkanische Gebiete.

Ich lasse, aus Gründen, die weiter oben entwickelt worden, dem Uebergangs-Gebirge die Flötz-Formationen und die vulkanischen gleichsam im Doppelt-Abschnitte folgen. Eine solche Anordnung gewährt den Vortheil, daß man die Porphyre und die Syenite der Uebergangszeit mit ihren blasigen und augitischen untergeordneten Lagern (§§. 23 und 24, Holmstrand in Norwegen; Andes von Popayan; Kordillere Mexikos) näher zusammenstellen kann mit den Porphyren, Mandelsteinen und Doleriten des rothen Sandsteines (§. 26, Noyant und Figeac in Frankreich; Schottland), ferner mit den Trachyten, den Phonolithen und den Basalten des ausschließlich vulkanischen Gebietes. In einer Uebersicht der Lagerungs-Verhältnisse muß es schon als großer Gewinn gelten, wenn man das nicht trennt, was von der Natur durch wahrhaft geognostisches Verwandtseyn verbunden worden.

Die Gruppe von Felsarten, welche man gemeiniglich unter dem vulkanischen Gebiete zusammenzufassen pflegt, gestattet eine Betrachtung aus zweifachem Gesichtspunkte, nämlich: je nachdem man entweder eine gewisse, in ihren Lagerungs- und Ueberlagerungs-Verhältnissen beobachtete Gleichmäßigkeit im Auge hat, oder die, derselben gemeinsamen, Beziehungen in Absicht ihres Bestandes und ihres Ur-

sprungs. Im ersten Falle, ohne daß man die Bildungsweise der Trachyte und Basalte jener der Gesteine aus der Ur- oder Uebergangszeit entgegenstellt, untersucht man die Stellen, welche als Glieder der gegonostischen Reihe, die großen Systeme der, aus Feldspath, Augit, Hornblende, Olivin und titanhaltigem Magneteisen bestehenden Felsarten einnehmen sollen, die im Norden und im Süden des Erdgleichers gefunden werden, ohne bedeckt zu seyn, und gleichsam als Nachträge zu den andern Gebieten höhern Alters, aber unter übrigens durchaus ähnlichen Verhältnissen. Diese Art, die vulkanischen Gesteine zu betrachten und zu reihen, ist die den Bedürfnissen der verlässigen Geognosie gemäßeste. So werden trachytische und basaltische Felsarten zusammengestellt, nicht nach dem Mineralischen ihres Bestandes und nach dem scheinbar Gleichartigen ihrer Entstehung, sondern nach ihrem Gruppirtseyn, nach der Stelle, welche sie einnehmen: man vertheilt sie unter den übrigen Gesteinen nach dem Beziehlichen ihres Alters, wie dieß geschieht, bei den Ur- und Uebergangs-Gebieten, mit den verschiedenen Formationen des körnigen Kalkes (§§. 10 und 20), des Gabbro (§§. 19 und 25) und der Porphyre (§§. 18, 22, 23 und 26). Im zweiten Falle vereinzelt man unter dem Namen vulkanisches Gebilde Alles, was ohne Widerrede als von feuriger Abstammung gilt; man setzt die Glieder der vulkanischen Reihe andern Felsarten-Reihen entgegen, welche man, als auf neptunischem Wege entstanden, betrachtet. Dadurch trennt man sehr entschieden, was in der Natur gradweise Uebergänge wahrnehmen läßt; statt die Lagerungsweise zu erforschen, oder die Gesteine nach ihrem Aufeinanderfolgen zu ordnen, hält man sich vorzüglich nur an geschichtliche Fragen über die Art ihrer Bildung.

Ich gestehe, — und man kann sich nicht freimüthig genug aussprechen über die ersten Grundsätze eines Wissens — daß diese Klassifikationen nach den verschiedenen Wagesätzen, ersonnen über den Ursprung der Dinge, mir nicht nur schwankend scheinen und willkührlich, sondern zugleich von großem Nachtheil für das Vorschreiten der Lagerungs-Geognosie: sie urtheilen ab, auf un-

befugte und zumal auf zu entscheidende Weise, über das, was im geringsten Falle doch als sehr zweifelvoll gelten muß. Indem man, nach verjährtem Brauche, die Formationen sondert in ursprüngliche, Uebergangs- und Flötz-Formationen, in tertiäre und vulkanische, gibt man gewissermaßen einen gedoppelten Abtheilungsgrund zu, nämlich jenen des beziehlichen Alters oder der Formationen-Folge, und den ihres Ursprungs. Wenn man zwischen Laven-Streifen (nappes de laves) und Gebirgs-Gesteinen (roches) unterscheidet, oder zwischen vulkanischen Felsarten, Felsarten auf nassem Wege entstanden, und Materien, die durch vorgebliches wässerig-feuriges Flüssigwerden (liquéfaction aquoso-ignée) gebildet seyn sollen: so räumt man schweigsam den Graniten, den Porphyren und den Uebergangs-Syeniten, den Doleriten und den Mandelsteinen des rothen Sandsteines eine Art Bildung ein, welche der einer feurigen Schmelzung geradezu entgegensteht. Auf solche Weise vorschreitend — eine Weise, die mehr der Geogonie, als der verlässigen Geognosie zugehört — betrachtet man Alles, was nicht im vulkanischen Gebiete begriffen ist, unter den Trachyt- und Basalt-Gesteinen, hinausragend über andere Gebilde, als erzeugt auf nassem Wege, als Niederschlag aus einer wässerigen Lösung. Bei dem jetzigen Stande physikalischer Wissenschaften ist es fast unnöthig, darauf aufmerksam zu machen, wie wenig anwendbar die Hypothese einer wässerigen Lösung auf die Granite ist, auf die Gneiße, Porphyre und Syenite, auf die Euphotiden und Jaspisse. Ich wage es nicht hier über die Umstände abzusprechen, unter deren Einfluß die erste Bildung der oxydirten Erdrinde erfolgt seyn kann; aber ich nehme keinen Anstand mich an jene Gebirgsforscher anzuschließen, welche eher eine Entstehung der kieseligen krystallinischen Felsarten durch Feuer begreifen, als vermittelst einer wässerigen Lösung, nach Art des Travertino und anderer Kalktuffe. Die Ausdrücke Laven und vulkanische Gesteine sind zudem in demselben Grade schwankend, wie das Wort Vulkan es ist, welches bald einen Berg bezeichnet, der in einem Feuerschlunde endigt, bald die unterirdische Ursache

jeder vulkanischen Erscheinung. Die Trachyte, über den Rücken der Kordilleren emporsteigend, gehören unbezweifelt den Feuer-Gebilden zu, und dennoch ist die Art ihres Entstehens nicht jene der Lavenströme, die nach eingetretener Thal-Bildung geflossen sind. Die Wirkung des vulkanischen Feuers durch einen vereinzelten Kegelberg, durch den Krater eines neuen Vulkanes, weicht nothwendig ab von der Wirkung dieses Elementes durch die alte geborstene Rinde unsers Planeten.

Die vulkanischen Erscheinungen nach ihrer größten Allgemeinheit betrachtend und beim Zusammenfassen Alles dessen, was in den verschiedenen Erdtheilen beobachtet worden, ergibt sich ein auffallendes Abweichen jener Erscheinungen unter sich, selbst in unsern Tagen. Es sind nicht die Feuerberge des Mittelländischen Meeres, die einzigen mit Sorgfalt erforschten, welche dem Geognosten als Typus dienen und ihm die Lösung großer geognostischer Räthsel bieten können. Die absolute Höhe der Krater, wechselnd zwischen einhundert und zweitausend neunhundert und fünfzig Toisen (Stromboli und Cotopaxi), wirkt nicht bloß ein auf das Häufige der Ausbrüche, sondern auch auf die Natur der ausgeworfenen Massen. Einige Feuerberge sind nur durch ihre Seitenwände thätig, obgleich denselben auch noch ein Schlund im Gipfel zusteht (Pic auf Teneriffa); andere haben Seiten-Ausbrüche (ich fand deren am Antisana, in den Andes von Quito, zu 2140 Toisen Höhe), ohne daß sich ihr Gipfel jemals aufgethan hätte; noch andere, gleichfalls hohl im Innern, wie sich dieß aus vielen Erscheinungen ergibt (trachytischer Kuppelberg [dôme] des Chimborazo, 3350 Toisen), zeigen keine bleibende Oeffnung, weder im Gipfel noch in den Seiten (der Yana-Urcu, ein kleiner Eruptions-Kegel, liegt im Plateau von Calpi selbst), und wirken gleichsam nur dynamisch, indem sie das umliegende Gebiet erschüttern, die Fels-Schichten brechen und so stets einen ändernden Einfluß üben auf des Bodens Außenfläche. Dem Rucu Pichincha (2490 Toisen), der ein besonderer Gegenstand meiner Forschungen gewesen, ist nie ein Lavenstrom entflossen neuer als die jetzige Thalbildung; eben so wenig dem Capac-Urcu (bei Riobamba nuevo), der, vor

dem Einsturze seines Gipfels, den Chimborazo an Höhe übertraf. Der große Mexikanische Feuerberg Popocatepetl (2771 Toisen) hingegen hat Laven-Ergüsse gehabt unter der Gestalt schmaler Streifen, wie die kleinen Vulkane der Auvergne und des südlichen Italiens. Die Inseln, welche — in einigen Gegenden des offenen Meeres fast periodisch — aus dem Seegrunde aufsteigen, sind nicht, wie dieß zuweilen aus Irrthum gesagt wird, Haufwerke von Schlacken, ähnlich dem Monte nuovo bei Pouzzolo: es sind emporgehobene felsige Massen, in denen sich der Krater erst nach dem Aufsteigen öffnet[1]. In Mexiko, im Innern des Landes, auf einem trachytischen Plateau über sechs und dreißig Meilen entfernt vom Meere, und weit abgelegen von jedem brennenden Vulkan, haben sich (29ster September 1759) Berge von 1600 Fuß Höhe aus einer Erdspalte erhoben und Laven ergossen, die granitische Bruchstücke einschließen. Im ganzen Umkreise ist ein Gebiet von vier Quadrat-Meilen in Blasen-Gestalt emporgetrieben worden, und die gewölbte Oberfläche ist mit Tausenden kleiner Kegel (hornitos de Jorullo) besetzt, aus Thon und Basalt-Kugeln mit konzentrischen Lagen bestehend. Alle brennenden Feuerberge, alle Gipfel Neu-Spaniens, die Grenze des ewigen Schnees überschreitend, finden sich auf einem schmalen Erdstriche (Parallele der großen Höhen, zwischen 18° 59′ und 19° 12′ Breite), welcher sich unter rechtem Winkel der großen Bergkette anschließt. Es ist gewissermaßen eine Spalte von 137 Stunden Länge, von den Küsten des Atlantischen Ozeans bis zum Gestade des Südmeeres sich erstreckend, und scheinbar noch 120 Stunden weiter ausgedehnt, bis zum Inselmeer von Revillagigedo, mit Bimsstein-Tuff überdeckt.

Diese reihenartige Vertheilung der Vulkane, dieses Aufsteigen aus zusammenhängenden Spalten, jenes unterirdische Getöse (bramidos y truenos subteraneos de Guanaxuato, in 1784), das

---

1 Humboldt, Relat. histor. d'un voyage aux régions équin. T. II, p. 171, und Essai politique, T. I, p. 254.

in der Mitte eines Gebildes von Schiefern und Porphyren der Uebergangszeit gehört wurde, ruft, in den noch wirksamen Kräften der neuen Welt, jene Gewalten ins Gedächtniß zurück, welche, in längst verflungener Zeit, die Bergketten emporgehoben haben, wodurch der Boden zerspalten worden, die Ströme flüssiger Erden (Laven, flüssige vulkanische Gesteine) aus der Mitte von Schichten ergossen, die schon längst einen festen Zustand erlangt. Selbst zu unserer Zeit entströmen flüssig gewordene Erden nicht immer demselben Schlunde eines Berges — dem Krater im vulkanischen Gipfel — oder den zerrissenen Seiten; zuweilen (Island, Quito) thut sich die Erde in Ebenen auf, und man sieht Lavenflüsse hervortreten, die einander durchkreuzen, sich aneinander hin und übereinander her wälzen, oder kleine Kegel schlammiger Materie (moya de Pelileo et de Riobamba viejo, 4ter Februar 1797), welche ein bimssteinartiger Trachyt gewesen zu seyn scheint, und die, brennbar und die Finger schwarz färbend, mit gekohltem Wasserstoff gemengt ist.[1]

Die Gesteine, welche man unter dem Namen der Substanzen des (ausschließlich) vulkanischen Gebietes zusammenzustellen gewohnt ist, wurden bis dahin bei weitem mehr in Beziehung ihrer oryktognostischen Beschaffenheit und ihres chemischen Bestandes beachtet, als hinsichtlich der geognostischen Verhältnisse ihrer Lagerung und ihres beziehlichen Alters. Das vulkanische Feuer ist, seit der frühesten Oxydation der Erdrinde, in allen Epochen wirksam gewesen, durch die Felsarten der Uebergangszeit hindurch, wie durch die Flötz- und tertiären Gesteine. Mit Ausnahme weniger Süßwasser-Gebilde sind die vulkanischen Gebirgsarten die einzigen, deren Entstehen, so zu sagen, noch unter unsern Augen fortdauert. Wenn die Laven derselben Vulkane — dieser unterbrochen thätigen Quellen flüssig gewordener Erden — in verschiedenen Zeitfristen ihrer Ausbrüche Ab-

---

1 Humboldt, Essai politique sur la Nouv. Espagne, T. I, p. 47, 254. Id. Relat. historique, T. I, p. 129, 148, 154, 315; T. II, p. 16, 20, 23. Klaproth, Chem. Unterr. d. Min. Th. IV. S. 289.

weichungen wahrnehmen lassen, so begreift man leicht, wie viele Gegensätze und zugleich wie viele Uebereinstimmungen die vulkanischen Materien zeigen müssen, welche, seit Jahrtausenden, allmählich über die Außenfläche unsers Planeten sich erhoben haben, je nach dem Ungleichartigen des Gemenges, der Druckes, des Erkaltens. Es gibt Trachyte, Phonolithe, Basalte, Obsidiane und Perlsteine von verschiedenem Alter, wie man mehrere Formationen von Granit hat, von Gneiß, Glimmerschiefer, Grauwacke, Kalk, von Syeniten und Porphyren. Je mehr man der neuern Zeit näher tritt, um desto vereinzelter erscheinen die vulkanischen Formationen: sie stellen sich gleichsam als Nachträge dar, als dem Boden fremd, über welchen sie ausgebreitet worden. Ein langes Unterbrochenseyn des Quells scheint, selbst bei noch heutigen Tages wirksamen Vulkanen, eine große Mannigfaltigkeit der Erzeugnisse zu bedingen, und der Zusammenhäufung gleichartiger Materien zu widerstreiten. In den Formationen der Uebergangszeit (Andes von Neu-Grenada und von Peru; Kordilleren Mexikos) stellen sich verschiedene Glieder der geognostischen Reihe, als im gegenseitigen Verband stehend, dar: sie zeigen die wechselweise Abhängigkeit, welche zwischen Porphyren und Syeniten wahrgenommen wird; zwischen Thonschiefern, Grünsteinen und Uebergangskalken; zwischen Serpentinen, Jaspissen und Euphotiden (Gabbro). Im Gewirre vulkanischer Formationen von ungleichem Alter hat man bis jetzt nur einige Lagerungs-Gesetze nachzuweisen vermocht, die, wenn sie keine allgemeine sind, scheinbar im Einklange stehen mit den in beiden Kontinenten, auf einer weit gedehnten Gebiets-Strecke, beobachteten Thatsachen. Diese Lagerungs-Beziehungen allein eignen sich dazu, hier abgehandelt zu werden; Alles, was den Bestand vulkanischer Fels-Gesteine angeht, die mechanische Zerlegung derselben und ihre oryktognostische Reihung, — Gegenstände von hoher Wichtigkeit, dargelegt in zwei Abhandlungen berühmter Gelehrten, der Herren **Fleuriau de Bellevue** und **Cordier**[1] — muß als ausgeschlossen gelten vom Bereiche

---

1 Journal de physique, T. LI, LX et LXXXIII.

der Lagerungs=Geognosie. Man kann allerdings gewisse Merkmale angeben, in welchen Felsarten mehr augenfällig, den Erzeugnissen neuer Vulkane ähnlich sind: aber die schwarze Farbe; das Poröse mit in die Länge gezogenen Blasenräumen, deren Wandungen bekleidet sind mit einem glänzenden Ueberzuge; die Eigenthümlichkeit, mit Säuren Gallerten zu bilden; die Abwesenheit des Quarzes und des gemeinen Feldspathes, so wie der Mangel an erzführenden Gängen (gold= und silberhaltigen); die Gegenwart des Augits, des titanhaltigen Magneteisens, des glasigen, zerborstenen Feldspathes, und der Alkalien, vermögen, beim gegenwärtigen Stande unserer Kenntniß, nicht mehr als allgemeine Kriterien vulkanischer Gesteine betrachtet zu werden. (S. oben die §§. 21, 23 und 26.)

Die vulkanischen Felsarten, oder die als solche geltenden (die empyrodoxen Quarze des Herrn Mohs[1]), finden sich theils auf Gängen (dykes, in allen Formationen, vom Ur=Granit an bis zur Kreide und bis zu den tertiären Gebilden; Schottland, Deutschland, Italien), theils eingelagert (Kalksteine und Porphyre der Uebergangszeit; rother Sandstein), theils aufgelagert, gewissermaßen als Nachträge, über Gebiete von sehr verschiedenem Alter. Der Abstand zwischen eingelagerten vulkanischen oder empyrodoxen Gesteinen und den sie umschließenden Gebirgsarten ist um desto auffallender, da die letztern unbezweifelt nicht vulkanisch sind, Kalke (Derbyshire), oder Trümmer=Gesteine (Grauwacke, Kohlen=Sandstein). Wenn solche empyrodoxe Massen sich als untergeordnete Lager vorfinden, zwischen den Schichten krystallinischer Uebergangs=Gesteine (Porphyre, Syenite), oder wenn sie in Gängen die Schichten von Urfelsarten durchschneiden (Granit=Gneiß): so können jene feldspathigen Ur= und Uebergangs=Gebirgsarten, nach der Ansicht einiger Geognosten, dieselbe feurige Abstammung haben, wie die untergeordneten Lager, wie die Gangmassen (Mandelsteine, Dolerite, Basalte),

---

1 Die Charaktere der Klassen, u. s. w. 1821, zweite Aufl. S. 177.

ohne daß die Bildungs-Zeiträume und die Umstände, unter denen die vulkanischen Gewalten wirksam gewesen, als gleichmäßig gelten müssen. Die Grenzen zwischen den Gängen und den eingelagerten augitischen oder porphyrartigen Trapp-Massen sind nicht immer so scharf gezeichnet, als man dieß glauben könnte nach der Begriffs-Bestimmung, welche von den besondern Lagerstätten gewöhnlich gegeben wird. Mehrere jener Lager sind nichts als eine verschlungene Masse, gebildet durch ein Verbundenseyn zahlloser Gänge. Wenn letztere, bei großer Mächtigkeit (man vergleiche meine Durchschnitte über den berühmten Gang von Guanaxuato), dem Streichen und Fallen der Gestein-Schichten folgen, so erlangen sie das ganze Ansehen eines Lagers. Wir stützen uns auf diese Bemerkungen, weil die neue Geogonie ein Streben hat, flüssig gewordene Massen in Spalten aus der Tiefe nach oben steigen zu lassen, während die ältere Geogonie Alles durch Niederschläge erklärte, durch ein Bewegen im entgegengesetzten Sinn. Man kann annehmen, daß jene Richtungen verschieden gewesen seyn müssen, je nach der Natur der Materien, welche zum Zustand des Festen übergegangen sind; je nachdem sie krystallinische und kieselige waren, kalkige, oder Trümmer. Die verlässige Geognosie hat aus diesen Erörterungen über die Bildung der Gesteine auf trockenem Wege, oder auf nassem, Nutzen gezogen: aber sie macht die Klassifikationen unabhängig von geogonischen Ergebnissen: sie trennt die eingelagerten Massen nicht von den Gebieten, in welchen sie gefunden werden; sie läßt, in der Abtheilung der Felsarten welche uns gegenwärtig beschäftigen unter dem Namen des vulkanischen Gebietes, nur aufgelagerte Formationen verbunden, Nachträge zu den Ur-, Uebergangs-, Flötz- und tertiären Formationen.

Die Stelle, welche eine Felsart δ in der geognostischen Reihe einnehmen soll, wird bestimmt durch das neueste Gestein, γ, welches sie überlagert, und durch die älteste Gebirgsart, ε, wovon dieselbe bedeckt erscheint. Wenn δ über ε gelagert sich zeigt, so ist ganz natürlich, daß man es auch auf den Felsarten von noch höherm Alter α, β, γ findet, welche die vorhergehenden

Glieder der Reihe ausmachen. Die Anwendung dieses sehr einfachen Grundsatzes der Lagerungs-Geognosie verlangt viel Behutsamkeit, wenn es sich handelt um trachytische, basaltische oder phonolithische Gesteine. Derselbe Strom von Laven, der nämliche Streifen augitischer Massen, zugleich über Granit ausgebreitet, über Glimmerschiefer und über einem Süßwasser-Gebilde, geben allerdings unbezweifeltes Zeugniß von einem Ursprunge neuer als die jüngsten tertiären Formationen: allein das Alter einer vulkanischen Formation ist schwieriger bestimmbar, wenn es an Ungetrenntheit der Masse gebricht, und wenn man, unter allgemeiner Benennung, Materien, die sich seitwärts ergossen haben, mit solchen zusammenfaßt, welchen, vermittelst Emporhebens aus der Tiefe nach oben, durch schon früher bestandene Felsarten hindurch ihr Weg gebahnt worden. Da, wo Trachyte und Basalte mit einander vorkommen, bestimmt das neueste Gestein, auf welchem die Basalte liegen, keinesweges nothwendiger Weise das Alter der Trachyte: die eine und die andere jener Felsarten ist ohne Zweifel auf verschiedene, nicht gleichzeitige, Art gebildet worden. Es wäre selbst möglich, daß, in einem Bezirke von geringer Erstreckung, mehrere vereinzelte trachytische Massen, aber von gleichartigem Bestande, nicht einer Formation zugehörten, indem die einen aus einem Uebergangs-Syenit hervortreten, die andern aus Ur-Gesteinen. In der Regel verbergen die Aufhäufungen trachytischer Konglomerate in solchem Grade die Stellung der Trachyte, daß ihre Ueberlagerung unausmittebar ist. So glaubt man, die Trachyte des Siebengebirges, unfern Bonn, seyen aus Grauwacke hervorgetreten, und jene der Auvergne aus einem granitischen Plateau, welches vielleicht schon der Uebergangszeit zugehören dürfte. So nothwendig die Unterscheidung ist zwischen wahrhaften basaltischen Strömen mit Olivin, und den schwarzen, blasigen, augitischen Massen, die den Trachyten eingelagert sind und einigen Uebergangs-Porphyren: eben so wenig darf man die wahrhaften Trachyte (Drachenfels, Chimborazo, Antisana) mit den feldspathigen Laven (laves leucostiniques) verwechseln, die in schmalen Laven ergossen worden (alter Krater der Solfatara unfern

Neapel) und welche sich über tuffartige Trümmer-Gesteine ausbreiten können.[1]

In Ungarn scheint das trachytische Gebiet zwischen dem der Flötzzeit und jenem der tertiären Formationen sich gebildet zu haben. Herr **Beudant**, welcher über die Trachyt-Gesteine die vollständigste Arbeit geliefert hat, unter denen die wir besitzen, sah jene Felsarten auf Grünsteinen gelagert (Kremnitz, Dregely, Matra) und auf Uebergangs-Kalk (Glashütte, Neusohl). Die trachytischen Trümmer-Gesteine überdecken in Ungarn auch den Grauwacken-Schiefer und ruhen selbst auf einem, scheinbar der Jura-Formation zugehörigen, talkhaltigen Kalk. In diesem Theile des östlichen Europa erscheinen ihrerseits der Braunkohlen-Sandstein, der Grobkalk und andere tertiäre Felsarten auf jenen Konglomeraten gelagert. Aehnliche Ueberlagerungen von Sandstein, von Gyps und von Kalken sehr jugendlichen Alters, wurden, von dem Herrn **von Buch** und mir, auf den Kanarischen Inseln beobachtet und in den Kordilleren der Andes. Nach der Angabe eines trefflichen Beobachters, des Herrn **Breislak**[2], ruhen die Trachyte der Euganeischen Berge (Schivanoja unfern Castelnuovo) auf Jurakalk; allein in der Weltgegend, welche die reichste ist an Trachyten, in der westlichen Hälfte des neuen Festlandes, sowohl nordwärts als südlich vom Erdgleicher, habe ich nirgends die Trachyte so neue Formationen durchbrechen sehen.

---

1 Dolomieu, Journal des mines, n.os 41, 42, 69.
Nose, Niederrheinische Reise, Th. II, S. 428.
Spallanzani, Voyage dans les deux Siciles, T. III, p. 196.
Ramond, Nivell. géognost. de l'Auvergne, p. 11, 91.
L. v. Buch, geognost. Beobacht. Th. II, S. 178, 205. Derselbe in den Denkschriften der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Jahrg. 1812, S. 129 — 154.
Beudant, Voyage en Hongrie, T. III, p. 508 — 518, 521 — 527, 530 — 544.

2 Atlas géolog., pl. 39.

Die wichtigsten Lagerungs-Beziehungen, Ergebnisse der Forschungen auf meinen Reisen in der vulkanischen Zone der Andes (1801 — 1804), lassen sich auf folgende Thatsachen zurückführen. Die erhabensten Gipfel der Kordilleren sind ohne Ausnahme Trachyte. Die gegenwärtig thätigen Vulkane wirken durch Oeffnungen im trachytischen Gebiete. Dieß Gebiet umfaßt strichweise einen großen Theil der Kordilleren; aber selten breitet es sich nach den Ebenen hin aus, und die noch brennenden Feuerberge — weit entfernt einzeln zu liegen, oder zu Gruppen versammelt von ungeregelter, mehr oder weniger dem Kreisförmigen sich nähernder Gestalt, wie dieß in Europa der Fall ist[1] — folgen reihenweise auf einander, nach Art der verlöschten Vulkane in der Auvergne und den thätigen Kratern des Eilandes Java; bald liegen sie in einer Reihe, bald in zweien, unter sich parallelen, Linien. Diese Linien streichen im Allgemeinen (Berge von Guatimala, von Popayan, de los Pastos, von Quito, Peru und Chili) in der Richtung der Kordilleren-Axe; zuweilen machen sie auch mit derselben (Mexiko) einen Winkel von 70°. Da, wo die Trachyte, durch ihr Zusammengehäuftseyn, nicht das Ganze des Bodens überdecken, finden sie sich wie zerstreut in kleinen Massen auf dem Rücken und auf dem Kamm der Andes, in Gestalt spitziger Felsen aus der Mitte von Ur- und Uebergangs-Gesteinen hervortretend. Selten zeigen sich Trachyte mit Basalten verbunden; es ist, als ob beide Felsarten-Systeme einander gegenseitig zurückdrängten. Wahrhafte Basalte mit Olivin machen keine untergeordnete Lager in Trachyt aus; aber da, wo sie den Trachyten genähert erscheinen (zwischen Quito und der Stadt Ibarra; Julumito westwärts von Popayan, Thal Santiago in Neu-Spanien; Cerros de las Cuevas und de Canoas in der Nähe des Vulkanes Jorullo), sind es die Basalte und die Mandelsteine, von welchen die Trachyte überdeckt werden. Die trachytischen Felsarten haben ihren Hauptsitz im Uebergangs-Gebiete, in den großen Syenit-Por-

---

1 Ramond, Niv., p. 45.
Humboldt, Rel. hist., T. II. p. 16.

phyr-Formationen (§§. 21 und 23), älter oder neuer als Grauwacken und Thonschiefer, zumal in der ersten jener Formationen, welche unmittelbar auf Ur-Felsarten gelagert erscheint. Wenn in den Andes die Trachyte über Graniten, Hornblende führend, ausgebreitet scheinen, oder über Gneißen und grünen talkigen Glimmerschiefern: so bleibt es zweifelhaft, ob diese letztern Gesteine, weit entfernt, der Urzeit anzugehören, nicht vielmehr als Glieder des Uebergangs-Gebietes betrachtet werden müssen. Als eben so fraglich kann man es ansehen, ob jenes scheinbare Ueberdecken, dieß Gelagertseyn trachytischer Felsarten auf Formationen die schon ihren Bestand gewonnen hatten, nicht vielmehr als bloße Anlagerung zu nehmen sey, und ob der Trachyt (Extentam tumefecit humum, ceu spiritus oris Tendere vesicam solet, aut direpta bicornis Terga capri; tumor ille loci permansit, et alti Collis habet speciem, longoque induruit ævo, sagt Ovid, Metamorph. lib. IX, vom emporgebobenen Kegelberge von Trözen in Argolis), indem er die alte Erdrinde auftrieb und zerbrach, nicht in senkrechter Richtung in die Höhe stieg unter der Gestalt von Glocken (Chimborazo), oder unter jener zetrümmerter Burgfesten (Gipfel der Kordilleren Perus, zwischen Loxa und Caxamarca). Die Trachyte der Andes und von Mexiko, Perlsteine und Obsidiane enthaltend, sind im Allgemeinen nur von andern vulkanischen Gebilden überdeckt (Phonolithe, Basalte, Mandelsteine, Konglomerate und Bimsstein-Tuffe). Zuweilen erheben sich kleine örtliche Formationen, kalkige oder gypsige, — welche als tertiäre betrachtet werden können, weil sie zuverlässig neuer sind als Kreide — über die Trachyte; allein mehr nach der Teufe zu zeigen sich dieselben Trachyte der Kordilleren, zumal wenn sie nicht überdeckt sind, im innigsten geognostischen Verbande mit den porösen, zerspaltenen Porphyren des Uebergangs-Gebietes: Porphyre ohne Quarz, aber Augit einschliessend und glasigen Feldspath, zuweilen reich an Silbererze führenden Gängen und, an andern Stellen, Flötz-Formationen tragend, selbst schwarzen, kohlenstoffhaltigen Uebergangs-Kalk. Dieß Verband kann einst, in unsern Methoden, die Unterdrückung des vul-

kanischen Gebietes bedingen helfen, in so fern man dasselbe, um seiner Bildungsweise, um seines Ursprungs willen, als mit den Gesteinen der sämmtlichen übrigen Gebiete im Gegensatz betrachtet. Es gibt vulkanische Felsarten im Uebergangs-Gebilde und im rothen Sandstein, so wie man im vulkanischen Gebiete Trümmer-Gesteine aufzeigen kann, verkittete, durch die Wasser herbeigeführte und mannichfach bearbeitete Bildungen. Der Ausdruck vulkanisches Gebiet, um demselben eine mehr bestimmte Bedeutung zu verleihen, würde am besten ausschließlich angewendet werden auf die Erzeugnisse jener Feuerberge, welche nach erfolgter Thalbildung wirksam gewesen.

Obgleich, zu Folge der in beiden Kontinenten angestellten Beobachtungen, die Trachyte und andere ähnliche Gesteine (welche durch dieselbe Thätigkeit vulkanischer Gewalten hervorgebracht werden, und in denen dichter oder glasiger Feldspath herrscht über Hornblende und Augit) vorzugsweise im Uebergangs-Gebiet zu finden sind und auf der Grenzscheide dieses Gebietes und der ältesten Flötz-Felsarten: so läßt sich dennoch diese Schlußfolge nicht bis auf die Basalte ausdehnen, die häufig von Ur-Granit umschlossen erscheinen (Schneekoppe in Schlesien; roche rouge unfern Serassac im Velay) und vielleicht älterer Entstehung sind, als gewisse Trachyt-Formationen? In einer wohl umgrenzten Gegend, in derselben Aufhäufung vulkanischer Gesteine, zeigen sich die körnigen oder porphyrartigen Trachyte — welche man nicht verwechseln darf mit den bei weitem neuern Trümmer-Gesteinen oder trachytischen Konglomeraten — meist von älterer Bildung, als die, in Strömen, oder in breiten Streifen, sie überdeckenden Basalte. Die Basalte aber, jüngerer Entstehung als die trachytischen und bimssteinartigen Konglomerate, gehen am häufigsten den Konglomeraten und den basaltischen Tuffen im Alter vor; allein, wir gestatten uns die wiederholte Bemerkung: sobald man einzelne Streifen eines Gebietes von Trachyten, von Phonoliten oder von Basalten vergleichen soll — Streifen, die nicht überdeckt sind und gelagert in granitischen, Uebergangs- oder Flötz-Formationen —, so lassen sich diese Trachyte; Phonolithe

und Basalte nicht mehr reihen als Glieder einer und derselben geognostischen Folge. Was aus dem ältesten Granite hervortritt, kann neuerer Bildung seyn, als ein ähnliches Gestein, das zugleich aus den Uebergangs-Felsarten zu Tage geht. Die Oryktognosie, die beschreibende Mineralogie, das Gewebe vulkanischer Massen untersuchend, wird einst dahin gelangen, sie den Grundsätzen gemäß zu ordnen, welche Herr Cordier so trefflich entwickelt hat[1]; allein die Geognosie, welche nur das beziehliche Alter und die Lagerungs-Verhältnisse berücksichtigt, ist genöthigt, eine große Zahl von Gesteinen als incertæ sedis aufzuzählen, selbst wenn ein noch bei weitem beträchlicherer Theil der Erdfeste sorgsam untersucht worden. Diese Unsicherheit entspringt nicht aus dem Unvollkommenen der Methoden, wohl aber aus der Unmöglichkeit einzeln zerstreute, nicht überdeckte, Massen von Felsarten in Beziehung ihres Aufeinanderfolgens oder ihrer Entstehungs-Epoche zu vergleichen. Der Geschichtschreiber der Natur, wie jener der die Umwälzungen schildert, die das menschliche Geschlecht erfahren, sammelt, vergleicht und prüfet alle Thatsachen; aber es ist ihm keineswegs vergönnt jene Thatsachen reihenweise einander gleichzusetzen, denen es an jedem zeitkundigen Merkmahle gebricht.

Bei diesem Stande der Dinge, und weit entfernt oryktognostische Betrachtungen zu mengen mit den Klassifikationen der verläßigen Geognosie, scheint es mir mehr gerathen die vulkanischen Gesteine zu ordnen nach dem Lagerungs-Typus, welchen man am Allgemeinsten in beiden Erdhälften da wahrnimmt, wo die größte Menge solcher Felsarten zusammengehäuft vorkommt. An die bedeutende Masse von Substanzen, in welchen der Feldspath vorherrscht (Trachyte, Leucostines), wird sich, wie in oryktognostischen Uebersichten, die beträchtliche Menge jener Substanzen reihen, deren vorwaltenden Bestandstoff der Augit ausmacht (Basalte, Dolerite); allein die scheinbare Uebereinstimmung zwischen Methoden auf so

---

1 S. dessen Abhandlung: Sur la composition des roches pyrogènes de tous les âges.

verschiedenartigen Grundsätzen beruhend, wie die sind welche von der Zusammensetzung der Felsgesteine entlehnt werden, und jene bei denen die Lagerungs-Ordnung leitet; diese scheinbare Uebereinstimmung verschwindet, so bald man die partiellen, die eingelagerten Formationen untersucht. Der Geognost sondert alsdann die Phonolithe der Trachyte von den Phonolithen der Basalte; er weiset den dichten Leucostinen ihre Stelle im augitischen Gebiet an, so wie er eine Dolorit-Formation aufführt (ein Gemenge aus Feldspath und Augit, in welchem die letztere Substanz die vorwaltende ist) mitten unter den Leucostinen oder Trachyten. Nach diesen Grundsätzen habe ich die Vertheilung der vulkanischen Gebirgsarten geregelt, deren Uebersicht am Schlusse der Uebergangs-Gebiete mitgetheilt worden. Diese Vertheilung gründet sich auf wahrhaft geognostische Beobachtungen, durch die Herren **Leopold von Buch**, **Breislak**, **Boué** und **Beudant** bekannt gemacht, und auf jene, die ich selbst anzustellen Gelegenheit hatte in Italien, am Pic auf Teneriffa, in den Kordilleren von Neu-Grenada, von Quito und von Mexiko. Dem Namen-Verzeichniß der Gebilde werde ich die gedrängte Angabe der wichtigsten Lagerungs-Verhältnisse in Aequinoktial-Amerika beyfügen.

I. **Trachytische Formationen**, begreifend: die körnigen Trachyte (granitartige und syenitische); die porphyrähnlichen Trachyte oder trachytischen Porphyre, theils augitisch, theils blasig, mit kieseligen Ausscheidungen (meulières trachytiques oder porphyres molaires des Herrn Beudant); die halbverglasten Trachyte; die Perlsteine mit Obsidian und die Phonolithe der Trachyte. Man kann dieser Reihe noch beifügen die trachytischen und bimssteinartigen Trümmer-Gesteine, mit Alaunstein, Schwefel, Opal und Holzopal; denn jedes vulkanische Gebilde, wie jede Uebergangs- und Flötz-Felsart, hat seine Konglomerate, das heißt, seine Trümmer-Gesteine, zu welchen es die ersten Grund-Bestandtheile geliefert hat. Die Trachyte — die, an Ort und Stelle anstehend, geglühten Granite älterer Mineralogen; die

Formation nicht mit der verwechseln, welche in den Solfataren oder verlöschten Kratern zu Hause ist, noch mit dem Schwefel in blasigen Mandelsteinen vorkommend (zwischen Pate und Tecosautla in Mexiko) und in den Thonen des Basalt-Gebildes (Provinz de los Pastos). Die Mächtigkeit der Trachyt-Lagen ist so bedeutend, daß sie, in nicht unterbrochenen Massen, auf dem Plateau von Quito (Chimborazo, Pichincha) 14,000 bis 18,000 Fuß beträgt. Da sehr wenige Vulkane der Andes Ströme steiniger Laven geliefert haben, so gehen die Trachyte fast überall frei zu Tag aus. Nur von trachytischen Trümmer-Gesteinen und von räthselhaften thonigen Formationen (tepetate), auf die wir gleich zurückkommen werden, sind sie zuweilen der Untersuchung Gebirgskundiger entzogen.

Ich habe in den porösen, leichten und weißen Trachyten des Cerro de Santa Polonia (1532 Toisen, bei Caxamarca in den Andes von Peru) gemeinen milchweißen Feldspath gefunden; desgleichen in einem röthlichgrauen Trachyt, der viele nadelförmige Hornblende-Krystalle enthält und sehr regelrecht (N. 28° O. mit 30° in N. W.) geschichtet ist, am Gipfel des Cofre de Perote in Mexiko (le Peña del Nauhcampatepetl, 2098 Toisen); ferner in einem ziegelrothen blasigen Trachyt an dem noch thätigen Vulkan Tunguragua; südwärts von Quito (Cuchilla de Guandisava, 1658 Toisen); endlich in schwarzen glasigen Trachyten am Fuße des Chimborazo, bei dem kleinen ausgebrannten Vulkan von Yana-Urcu (1700 Toisen). Herr von Buch, von welchem die letztere Felsart mit großer Sorgsamkeit untersucht worden, hat darin zugleich Krystalle glasigen und gemeinen Feldspathes bemerkt: eine Thatsache, welche mir wiederholt vorgekommen ist bei mehreren Uebergangs-Porphyren von Mexiko.

Die kleinen nadelförmigen Hornblende-Krystalle erscheinen zuweilen linienartig vertheilt in mehrere einander parallele Reihen, und liegen alle in einer Richtung (Thal des Cer in Cantal; weißlichgraue Trachyte des Riobamba viejo, mit, in eine gelbliche Erde umgewandelten, Säulen-Krystallen von Feldspath).

Der Glimmer ist um Vieles seltner in den Trachyten Mexikos und der Andes, als in jenen des Siebengebirges, in denen von den Gleichen in Steyermark, unfern Radkersburg, und aus dem Ungarischen; indessen habe ich zierliche schwarze sechsseitige Glimmer-Säulen gefunden, sowohl am Fuße des Vulkans Pichincha (bei Javirac oder beim Panecillo de Quito, 1600 Toisen), als in den blaulichgrauen halbverglasten Trachyten des Cotopaxi, und in den rothen porösen Trachyten des Nevado de Toluca (Gipfel des Fraile, 2372 Toisen).

Das Titaneisen fehlt nicht in den Trachyten von Quito und von Mexiko; dagegen sind die Blättchen von Eisenglimmer, gleich häufig in den Trachyten und Laven Italiens und Frankreichs sich einstellend, ziemlich selten in den zerspaltenen vulkanischen Felsarten in Aequinoktial-Amerika.

Die Trachyte der Kordilleren aus allgemeinem Gesichtspunkte erfassend, bleibt es außer Zweifel, daß sie durch Mangel an Krystallen und Körnern von Quarz bezeichnet werden. Dieß Merkmal, wie wir bereits oben gesehen, erstreckt sich selbst über die meist erzführenden Porphyre von Aequinoktial-Amerika (§§. 23 und 24), welche mit den Trachyten im Verband zu stehen scheinen; allein die beiden erwähnten Felsarten zeigen auffallende Ausnahmen von einem Gesetz, das man als allgemeines hätte betrachten können. Diese Ausnahmen bieten den erneuerten Beweis, daß der Gebirgsforscher kein großes Gewicht auf die Gegenwart, oder auf den Mangel, gewisser, in Gebirgs-Gesteinen zerstreut vorkommender, Substanzen legen soll. Die beträchtlichste Masse des Chimborazo besteht aus einem halb-verglasten Porphyr von braunlichgrüner (dem Pechstein ähnlicher) Grundmasse, ohne Hornblende, aber reich an Augiten, sehr dicht, tafelförmig zerspalten, oder in dünne, ungeregelt vierseitige Säulen abgesondert. Dieser Trachyt umschließt, als untergeordnetes Lager, eine purpurfarbige Schicht, blasig, mit kaum sichtbaren Feldspath-Krystallen und einzeln zerstreuten kleinen länglichrunden weißen Quarztheilen. Mehr aufwärts — in einer Höhe von 3016 Toisen, wo wir die Queckfilber-Säule des Barometers

auf 13 Zoll 11 $^{7}/_{10}$ Linien fallen sahen — verschwand der Quarz, und der Felsenkamm, über den wir hinschritten, war bedeckt mit einem Streifen rother, blasiger, loser Massen, ziemlich ähnlich dem Mandelstein aus dem Thale von Mexiko. Diese Massen, die erhabensten deren Bruchstücke bis daher auf der Erd-Oberfläche gesammelt wurden, fanden sich reihenweise vertheilt und könnten glauben machen, daß in der Nähe vom Gipfel des Chimborazo ein kleiner Krater vorhanden gewesen, der wahrscheinlich verschlossen worden, wie die Feuerschlünde des Epomeo auf dem Eilande Ischia, und jene von Guambalo und von Igualata, zwischen Mocha und Penipe (Provinz Quito). Auf dem mittlern Plateau von Mexiko enthalten die Trachyte von Lira zugleich milchweißen Quarz, Obsidian und Hyalith. Herr **Beudant** hat neuerdings Quarz-Krystalle in den porphyrartigen Trachyten (trachytes porphyriques à globules vitro-lithoïdes) wahrgenommen, desgleichen in den mühlsteinartigen Trachyten (trachytes meulières) und in den Perlsteinen Ungarns [1]. Dieselbe Erscheinung zeigt sich auch in einigen Trachyten der Auvergne (Puy Baladou; Cantal, Col de Caboe), der Dardanellen, und in jenen auf Kamtschatka. Ruft man sich ins Gedächtniß zurück, daß, nach der Zerlegung des Herrn **Vauquelin**, 92 Hunderttheile Kieselerde in den Trachyten des Sarcouy vorhanden sind, daß alle Laven und Basalte eine beträchtliche Menge davon besitzen: so wird man vielmehr überrascht seyn, daß diese Substanz, in den Eisen- und Thon-Silikaten zerstreut, nicht öfter aus dem Gemenge zu reinen Quarz-Krystallen oder Körnern sich ausgeschieden habe. Es ist nur die, der Zusammendrängung kieseliger Materien um einen Kern widerstreitende, Schwierigkeit, wodurch eine große Hälfte vulkanischer Gesteine ausgezeichnet wird. (S. oben, Seite 126.)

Der Augit galt bis jetzt als höchst sparsam vorkommend in den Trachyten Europens. Das Augit-Lager, von Herrn **Weise** entdeckt zwischen Muret und Thiezac (oberhalb Aurillac in Au-

---

1 Voyage en Hongrie, T. III, p. 346, 365, 519, 575.

vergne [1]), scheint mehr einer, dem Trachyt aufgelagerten, Basalt-Formation zuzugehören. Aber in Ungarn [2], wie in den Kordilleren der Andes, findet sich der Augit ziemlich häufig in den porphyrartigen Trachyten: er vertritt hier die Hornblende (Chimborazo, Tunguragua, Fuß des Vulkans von Pasto, mittlere Region des Feuerberges Purace unfern Popayan). Die Art wechselseitigen Zurückstoßens, welche man zwischen Augit und Hornblende zu beobachten glaubt, ist um desto auffallender, als beide Mineralkörper ziemlich häufig im basaltischen Gebiete verbunden sind (Rhön-Gebirge im Fuldaischen). Im Allgemeinen haben mir die Trachyte Mexikos ziemlich frei geschienen von Augit.

Der Granat, den wir bereits in den Porphyren der Uebergangszeit von Potosi und von Izmiquilpan nachgewiesen haben, findet sich, obwohl selten, in den Trachyten der Andes wieder: ich habe ihn wahrgenommen am Vulkan von Yana-Urcu (schwarzer Trachyt); Herr **Beudant** sah ihn in den Perlsteinen (perlites lithoïdes) Ungarns.

Ich bezweifle gegenwärtig das Vorhandenseyn des Olivins im Trachyt-Gebilde der Kordilleren: was von mir dafür angesprochen worden, waren Augit-Körner von äußerst wenig dunkler Färbung. Der Olivin gehört vielleicht ausschließlich den basaltischen Formationen an und einigen steinartigen Laven (laves lithoïdes). Herr **von Buch** hat ihn unter den Auswürfen des Vulkanes Jorullo bemerkt, welche aus einem kleinkörnigen Gemenge von Olivin, glasigem Feldspath und Blättchen gelben Glimmers bestehen. Nicht eine Spur von Hornblende oder von Augit ist darin vorhanden, obgleich jener Feuerberg ein Trachyt-Gebiet durchbrochen hat. Herr **Beudant** bezweifelt auch die Gegenwart des Olivins in den Trachyten von Ungarn, selbst in denen der Vihorlet-Gruppe. Wenn unsere Chemiker die Trachyte der Kor-

---

1 **Von Buch**, über den Trapp-Porphyr, S. 135.

2 BEUDANT, voyage min. en Hongrie, T. III, p. 317, 519.

dilleren genauer untersucht haben, welche eine so große Vielartigkeit von Felsarten zeigen, wird man in denselben höchst wahrscheinlich auch die Salzsäure nachweisen (wie am Sarcouy in Auvergne) und den mit Titanoxyd gemengten Glimmer (wie am Vesuv).[1]

Die Beobachtungen, welche über die Lagerungs-Verhältnisse vulkanischer Felsarten anzustellen vergönnet sind, bieten noch mehr Interesse, als das Studium ihrer Zusammensetzung. Die Trachyte des ausgebrannten Feuerbergs von Tolima (§. 7) scheinen aus einem, dem Gneiße im Alter nachstehenden, Granite hervorzugehen. Ich habe (Alto del Roble) den Glimmerschiefer (S. 88) unter den Trachyten der noch brennenden Vulkane von Popayan anstehen sehen. Die Granite, durch welche die trachytischen Kegelberge von Baraguan und von Herveo (Ervé) emporgestiegen, sind vielmehr jüngern Ursprungs, als der Glimmerschiefer. Die wichtigste Lagerungs-Beobachtung, welche ich auf dem unermeßlichen, durchaus trachytischen, Plateau von Quito (eine Art vielmündigen Vulkans) zu machen Gelegenheit hatte, betrifft die Trachyte des Tunguragua. Nachdem ich vergebens, länger als sechs Monate hindurch, irgend eine Spur von Felsarten, auf sogenanntem neptunischem Wege entstanden, gesucht, fand ich, unfern der Strickbrücke von Penipe (Rio Puela, 1240 Toisen), unter den schwarzen halbverglasten, oft säulenartig abgesonderten, Trachyten des noch entzündeten Kegels von Tunguragua, einen grünlichen Glimmerschiefer, mit streifiger seidenglänzender Außenfläche, Granaten einschließend und dem Glimmerschiefer der Urzeit sehr ähnlich. Dieß Gestein ruht auf einem syenitischen Granit, bestehend aus vielem grünlichen, blätterigen, großkörnigen Feldspathe, aus wenig weißem Quarze, aus sechsseitigen Säulen schwarzen Glimmers und aus einigen, sehr in die Länge gezogenen, Hornblende-Krystallen. Der Granit zeigt auf dem Bruche ein speckstеinartiges Ansehen und erhält beim Anhauchen

---

1 Soret, sur les axes de double réfraction; 1821, p. 59.

eine spargelgrüne Färbung. Diese Syenite, diese Glimmerschiefer mit Granaten erinnern an jene, welche die Herren von Buch und Escolar im Kanarischen Inselmeer, in Blöcken, mitten im trachytischen Gebiete von Fortaventura und von Palma[1], entdeckt haben. Es ist sehr gewiß, daß die Gesteine von Penipe, welche vielleicht nur der Uebergangszeit zugehören, anstehend sind; daß sie unter einem wahrhaften körnigen Trachyt zu Tag ausgehen, und nicht unter einem Trümmer-Gestein, unter einem trachytischen Konglomerate, wie dieß der Fall ist zu Vic, zu Aurillac und zu St. Sigismond[2]: allein, so lange nicht ein Stollen getrieben wird durch die Seite des Tunguragua, ist es unmöglich zu entscheiden, ob wahrhafte Ueberlagerung Statt hat; ob der Glimmerschiefer auf eine weite Strecke von Trachyt bedeckt wird, wie die Kreide ausgebreitet erscheint auf dem Jurakalk; oder ob der Trachyt, die ältesten Felsarten durchbrechend und in senkrechter Richtung aufsteigend, sich nur nach dem Rande hin über den anliegenden Glimmerschiefer geneigt hat. Um den trachytischen Kegelberg von Cayambe trifft man auch einen Glimmerschiefer mit Epidot und einen Granit, der sehr reich ist an braunem und gelbem Glimmer. Mehr nordwärts, in den Kordilleren von Popayan, nach dem Dorfe Purace hinansteigend, habe ich, auf dem großen Feuerberge gleichen Namens, unfern Santa-Barbara, halb verglasten Trachyt einem porphyrartigen Syenit (mit gemeinem Feldspath) angelagert gesehen: dieser Syenit ruht sehr augenfällig auf einem Uebergangs-Granit, der ungemein glimmerreich ist. Am Fuße der noch thätigen Mexikanischen Vulkane (Popocatepetl und Jorullo) sind wir, Herr Bonpland und ich, nicht so glücklich gewesen, Granit, Glimmerschiefer und Syenit anstehend zu finden; allein wir sahen, mitten in den steinigen schwarzen und in den basaltischen Laven des Jorullo, eckige Bruchstücke weißen oder grünlichweißen Syenits, bestehend aus wenig Hornblende

---

1 Humboldt, Rel. hist., T. I.er, p. 640.

2 L. v. Buch, Trapp-Porphyr, S. 141.

und aus viel blätterigem Feldspathe. Da, wo diese Massen durch Einwirkung der Hitze geborsten sind, hat der Feldspath ein faseriges Gefüge erhalten, so, daß stellenweise die Ränder der Spalten verbunden sind durch die verlängerten Fasern der Masse. Im südlichen Amerika, zwischen Almaguer und Popayan, am Fuße des Cerro Broncaso, habe ich wahrhafte Gneiß-Bruchstücke in einem augitreichen Trachyt eingeschlossen getroffen. Diese Thatsachen, welchen ich noch viele andere beifügen könnte, beweisen, daß die trachytischen Formationen unterhalb der granitischen Rinde der Erdfeste emporgestiegen sind.

Die Obsidiane, wovon Herr Sonneschmidt und ich so seltsame Abänderungen nach Europa mitgebracht, haben mir in den Kordilleren zweien bestimmten Abschnitten des trachytischen Gebietes anzugehören geschienen, den eigentlichen schwarzen Trachyten (Cerro del Quinche, im Norden von Quito) und den weißen (Cerro de las Navajas oder Oyamel, nordostwärts von Mexiko), dann dem Perlstein (Cinapecuaro, zwischen Mexiko und Valladolid). Von diesen beiden Obsidian-Formationen muß man jene unterscheiden, welche die Ströme neuer Laven begleiten (Pic von Teneriffa), den obern Theil jener Ströme bildend. Die Gestein-Bruchstücke, ausgeworfen vom Feuerschlunde des Cotopaxi, und erfüllt mit rundlichen Obsidian-Massen, dürften als losgerissen von den Wandungen des Kraters zu betrachten seyn; aber die Obsidian-Stücke, emporgeschleudert durch den Vulkan von Sotara, unfern Popayan, und auf eine Weite von mehreren Stunden geworfen, verdienen sorgsamere Beachtung. Die Felder von los Serillos, von Uvales und von Palace sind damit überdeckt. Man sieht sie zerstreut, wie Kiesel-Bruchstücke; sie ruhen auf basaltischen Felsarten, denen sie durchaus fremd sind. Diese Obsidiane von Popayan haben nicht selten die Gestalt flüssiger Glastropfen (forme de larmes), oder sie stellen Kugeln dar, deren Außenfläche mit kleinen Knötchen besetzt ist: sie zeigen, was mir außerdem nirgends vorgekommen, alle Farben-Verschiedenheiten, vom tiefsten Schwarz bis zu der eines künstlichen gänzlich wasserhellen Glases. Zuweilen erscheinen dieselben unter-

mengt mit Schmelz-Bruchstücken, von dem nämlichen Vulkan von Sotara ausgeworfen, die man geneigt seyn könnte für Reaumur'sches Porzellan anzusprechen. Die Grundmasse der halbverglasten Trachyte, blaulichgrau und von muscheligem Bruche (Vulkan von Purace, unfern Popayan, in der Ebene von Caskajal, 2274 Toisen Höhe), geht ohne Zweifel mitunter in Obsidian über; aber die große Masse wahrer Obsidiane, lagenweise verbreitet, oder in runden nierenförmigen Stücken mit wohl bezeichneten Umrissen, findet sich in andern trachytischen Abänderungen. Wir haben weiter oben (§. 23) die Gesteine vom Cerro de las Navajas beschrieben, woselbst die schillernden, streifigen, durch einen Silberschein ausgezeichneten Obsidiane (plateadas), gefunden werden; meist kommen dieselben in zerstreuten Bruchstücken vor, aber zuweilen setzen sie auch Lagen zusammen in einem weißen Trachyt. Aehnliche Lagen, 14 bis 16 Zoll mächtig, sind den schwarzen augitischen Trachyten untergeordnet am Cerro del Quinche (Plateau von Quito). Hier findet man grünlichschwarzen Obsidian und geaderte Streifen von ziegelroth gefärbtem. Bei der Hacienda de Lira, im Norden von Queretaro (Hochebene von Mexiko, 995 Toisen), habe ich, in olivengrünen Trachyten mit pechsteinartiger Grundmasse (Trachyte, die zugleich glasigen Feldspath einschließen und einzeln zerstreute Quarzkörner), Lagen schwarzen Obsidians gefunden von drei Zoll Stärke. An andern Stellen des Plateaus von Neu-Spanien, zu Cinape cuaro, am Fuße des Cerro Ucareo (auf dem Wege von Valladolid de Mechoacan nach Toluca, 968 Toisen Höhe), und zwischen Ojo del agua und El Pinal (auf der Straße von la Puebla de los Angeles nach Perote, 1180 Toisen Höhe), trifft man die Obsidiane in nierenförmigen Stücken in einem Perlstein, der einen Glanz wie Schmelz hat und aus kleinen halbverglasten graulichweißen Kugeln besteht. Ich habe keinen Glimmer darin getroffen, aber Einseihungen von Hyalith und einige kleine faserige, fast bimssteinartige, Feldspath-Krystalle. Um Cinapecuaro bildet der Perlstein niedrige kegelförmige Hügel, umgeben von basaltischen Spitzbergen und von, gleich Kuppeln gestalteten, trachytischen Bergen. Die Felsart

ist sehr regelrecht geschichtet (N. 22° O.; Fallen unter 80° nach Nordwest) : aus der Ferne könnte man sie für schieferigen Sandstein nehmen. Obsidian, schwarz, schwärzlichgrün und graulichgrün, findet sich darin in Nestern und in nierenförmigen Stücken von zwei bis fünf Zoll Dicke, so, daß durch Aneinanderreihung solcher Nieren der Perlstein zuweilen eingelagert scheint in wahrem Obsidian-Gestein. In den östlichen Ebenen von Mexiko, zwischen Acaxete, Ojo del agua und El Pinal, zeigt sich der Obsidian weniger häufig; aber oft ist er bandartig gestreift, wie der Jaspis. Der Perlstein schließt viele sechsseitige Säulen schwarzen Glimmers ein : er ist oft faserig und geht in das Gestein über, welches Herr **Beudant**[1] perlite ponceux (bimssteinartigen Perlstein) genannt hat.

Im Allgemeinen zeigen die Obsidiane Mexikos und der Andes von Quito — und oft noch in bei weit größerm Maßstabe — dieselben Erscheinungen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung, welche man an den Obsidianen der Eilande Lipari und Volcano wahrnimmt, und die einige Gebirgsforscher vordem einer Entglasung zugeschrieben haben. Man sieht darin kleine Krystalle glasigen Feldspathes eingeschlossen; vielseitige Perlstein-Massen, die Blasenräume ganz erfüllend, in denen sie angeblich gebildet worden seyn sollen; aschgraue Zusammenhäufungen von erdigem Ansehen und nach, oft unterbrochenen, parallelen Zonen vertheilt; endlich Bruchstücke röthlichbraunen Trachyts, halb geschmolzen, alle nach einer Seite hin gedrängt an die äußersten Enden kleiner, sehr in die Länge gezogener, unter sich paralleler Blasenräume. Herr **von Buch**, der die, in der Aequinoktial-Region der neuen Welt gesammelten, vulkanischen Gegenstände mit besonderer Aufmerksamkeit untersucht hat, bemerkte, daß die in ihrem Querschnitte bald sphäroidalen, bald achtseitigen, Perlstein-Massen stets in ihrem Mittelpunkte einen sehr kleinen Krystall von glasigem Feldspathe

---

1 Voyage min. en Hongrie, T. III, p. 364, 389.

enthalten oder von Hornblende, und daß die Lage dieses Krystalls die Gestalt-Verhältnisse des ganzen Systems bestimmt habe[1]. Herr Beudant hat rothe Granaten in den pechsteinartigen Perlsteinen Ungarns (Vissegrad) gefunden, Gebirgsarten dem Pechstein-Porphyr des Uebergangs-Gebietes ähnlich. Ich sah gleichfalls rothe Granaten am Gipfel des Vulkans von Purace, in einem blaulichen, halbverglasten Trachyt, mit muscheligem Bruche, ohne Glimmer und Hornblende, aber, neben dem Augit und dem glasigen Feldspath, noch aschgraue Punkte einschließend, ähnlich denen, welche man in den Obsidianen von Lipari und vom Cerro de las Navajas wahrnimmt. Das Vorhandenseyn von Granaten in Gesteinen, die allgemein Hornblende eingemengt enthalten, erlangt einige Bedeutung durch die scharfsinnigen Beobachtungen des Herrn Berzelius[2] über die chemischen Verwandtschaften des Granats und der Hornblende, welche beide Thonerde- und Eisenoxidul-Silikate enthalten. In den von mir aus Neu-Spanien mitgebrachten Obsidianen wurde am frühesten durch Herrn Collet-Descotils die gleichzeitige Gegenwart zweier Alkalien in einer und derselben Mineral-Substanz wahrgenommen. Diese Erscheinung ist seitdem bei einigen Abänderungen des Feldspathes, beim Wernerit, Sodalit, bei der Chabasie und beim Eläolith (Fettstein), beobachtet worden. Ich habe bemerkt, daß viele schwarze und rothe Obsidiane vom Quinche und vom Cerro de las Navajas magnetische Pole haben, wie die (Uebergangs-?) Porphyre (S. 138) von Voisaco, und wie eine der prachtvollen Gruppen säulenartig abgesonderter Trachyte des Chimborazo (Höhe 2100 Toisen). Diese Trachyte waren grünlichgrau und enthielten einzelne Krystalle blätterigen milchweißen Feldspathes.

Die letzte Lage des trachytischen Gebietes wird durch Trümmer-

---

1 Von Buch, in den Schriften der Berl. Gesellsch. nat. Fr., 1809, S. 309.
Humboldt, Rel. hist., T. I.er, p. 161.

2 Nouv. Syst. de minéralogie, p. 301.

Gesteine gebildet, durch verkittete Rollsteine. Diese Konglomerate überdecken unermeßliche Strecken, nicht sowohl am Fuße der Kordilleren, als vielmehr auf ihren Seiten und auf den Plateaus von 1200 bis 1600 Toisen Höhe. In einer Gegend, wo fast alle thätigen Vulkane über die Grenzen ewigen Schnees hervorragen, wo das Wasser, langsam eindringend in die Höhlen, und der, im Augenblicke des Ausbruches der Feuerberge schmelzende, Schnee furchtbare Verheerungen herbeiführen, müssen nothwendig Verbreitung und Mächtigkeit der Schutt-Gebirge und der Trümmer-Gesteine im Verhältnisse stehen zu den Gewalten, die noch heutiges Tages solche Bildungen bedingen helfen. Die Konglomerate sind bald zerreiblich und tuffartig (Fuß des Cotopaxi und des Altarberges); bald sind sie dicht, hart wie Sandstein (Fuß des Pichincha). Bimssteine, in staubartigen Massen und in Blöcken von 25 bis 30 Fuß Länge, machen den lehrreichsten Theil jener Konglomerate des trachytischen Gebildes aus. Wir bemerken, bei dieser Gelegenheit, daß der Ausdruck Bimsstein ein sehr schwankender ist in mineralogischer Beziehung: er bezeichnet kein einfaches Fossil, wie dieß der Fall ist bei den Benennungen Chalzedon oder Augit; er deutet vielmehr einen gewissen Zustand an, eine haarförmige oder faserige Beschaffenheit, verschiedenen Substanzen eigen, die von Feuerbergen ausgeworfen werden. Die Natur dieser Substanzen zeigt sich eben so mannichfaltig, als Stärke, Zähigkeit, Biegsames und Parallelismus oder Richtung ihrer Fasern[1]. Es gibt schwarze Bimssteine, blasige, mit einander durchkreuzenden Fasern; man bemerkt darin viel Augit und sie scheinen von verschlackten basaltischen Laven abzustammen (Ebene den Krater vom Rucu-Pichincha umziehend; Pausilipp-Tuff bei Neapel). Einige Vulkane schleudern weiße Trachyte aus, bestehend aus Feldstein, aus viel Hornblende und sehr wenig Glimmer; ein Theil derselben hat eine faserige Textur angenommen (Rucu-Pichincha und Cotopaxi, auf dem Plateau von Quito;

---

1 Humboldt, Relation histor., T. I.er, p. 162.

Feuerberg Cumbal bei Chilanquer ; Popocatepetl im Osten von Mexiko). Oft werden, in ziemlich dichten Trachyten von nicht faserigem Gefüge, die rhomboederähnlichen Feldspath-Bruchstücke hohl und gleichsam faserig (Hochebene von Quito und von Mexiko). Einige Abänderungen des Perlsteines haben Faser-Gefüge (Ebene Neu-Spaniens zwischen la Venta del Ojo del agua und la Venta de Soto; Gran- und Glashütte-Thal in Ungarn). Endlich wechseln grünlichschwarze oder rauchgraue Obsidiane zuweilen mit Lagen von Bimsstein, der grünlichweiß ist und aus asbestähnlichen Fasern besteht; selten sind diese Fasern unter einander parallel, mitunter schließen sie sich unter rechtem Winkel an die Obsidian-Lagen : sie ähneln dann einem faserigen Schaumglase (Ebene der Pfriemenkräuter am Pic von Teneriffa). Diese letzten Abänderungen haben bei einigen Gebirgskundigen die Meinung rege gemacht, alle Bimssteine wären durch Schmelzungen erzeugt, durch Aufblähungen glasiger Laven: man verwechselte die bimssteinartigen Obsidiane (asclérines des Herrn Cordier) mit wahrhaften Bimssteinen, denen gleichlaufende Fasern eigen (pumites légères des Herrn Cordier), die ausgezeichnet sind durch große sechsseitige Glimmer-Säulen, und wahrscheinlich von einer besondern Einwirkung herrühren, welche das Feuer der Vulkane auf die weißen Trachyte übt (Dolomieus granites des Isles Ponces). Ein Gelehrter, welcher die trachytischen Felsarten Europas mit vielem Erfolg untersuchte, hat diese Ansichten bestätigt. « Der Bimsstein, sagt Herr Beudant, läßt sich, « beim gegenwärtigen Stande der Wissenschaft, nicht einmal als « bestimmte Felsart betrachten : es ist derselbe ein blasiger oder « faseriger Zustand, in welchem mehrere trachytische und vulkanische Gesteine sich darzustellen vermögen.[1] »

Die unermeßlichen unterirdischen Steinbruchbaue, am Fuße des Cotopaxi auf Bimsstein betrieben, zwischen der Stadt Tacunga (Llactacunga) und dem Indischen Dorfe San-Felipe (Plateau von

---

1 Voyage min. en Hongrie, T. III, p. 389.

Quito, Höhe 1482 Toisen), haben mir am meisten unterrichtend geschienen, um über die Lagerungs-Beziehungen jener Substanz in einem verwandten Gebiete Aufschluß zu geben. Sie hatte schon bei **Bouguer**, zu einer Zeit, wo es fast noch keine Geognosie gab, mehrere nicht unwichtige Fragen rege gemacht über den Ursprung der Bimssteine[1]. Die kleinen Hügel von Guapulo und von Zumbalica, eine Höhe von 80 Toisen erreichend, scheinen für den ersten Anblick durchaus gebildet von einem weißen faserigen Gestein, mit wagerechten Schichten und senkrechten Fasern: man könnte daraus unzerspaltene Blöcke gewinnen von mehr als 60 Fuß Länge. Bei genauerer Untersuchung dieser vermeinten Schichten sieht man, daß es Massen sind von vier Zoll bis drei Fuß Mächtigkeit, eingeschlossen in einer weißen thonigen Erde. Sie machen kein Konglomerat aus im strengen Wortsinne; die Blöcke sind nur niedergelegt im Thon und überdeckt mit kleinen Bimssteinstücken (8 bis 9 Toisen mächtig), welche in horizontale Bänke abgetheilt erscheinen. Diese weißen, zuweilen auch blaulichen, Bimsstein-Blöcke sind an den Kanten zugerundet; sie schließen gelben und schwarzen Glimmer ein, Hornblende- (nicht Augit-) Krystalle, sehr in die Länge gezogen, und wenig glasigen Feldspath. Ich bin geneigt zu glauben, daß die Hügel um Zumbalica, denen von Sirok in Ungarn sehr ähnlich[2], nicht die innern Wandungen eines zusammengestürzten Kraters ausmachen: die großen Bänke, das Ansehen zerbrochener Schichten tragend, stehen mit den kleinen Trümmern der obern Lagen in geognostischem Verbande; beide sind ohne Zweifel vom Wasser abgesetzt worden, obgleich unter Umständen sehr verschieden von denen, welche die gegenwärtigen Ausbrüche des Cotopaxi begleiten. Das ganze Aeußerliche der Umgegend deutet den vormaligen Wirkungskreis dieses Feuerberges an, der eine Höhe von 2952 Toisen und einen ungeheuern Umfang hat. Im Westen des Vulkanes, vom Chisinche bis

---

1 Figure de la terre, p. LXVIII.

2 Beudant, Voyage min. en Hongrie, T. II, p. 22.

Tacunga, über eine Strecke von mehr als vierzig Quadrat-Meilen, ist der ganze Boden bedeckt mit Bimssteinen und mit verschlackten Trachyten.

Sehr denkwürdig zeigt sich der Umstand, daß die Art vulkanischen Thätigseyns, die Bildung der Bimssteine bedingend, gewissermaßen auf eine kleine Zahl von Feuerbergen beschränkt ist. Der Altar oder Capac-Urcu, einst höher als der Chimborazo, liegt in der Ebene von Tapia, dem noch brennenden Vulkan Tunguragua gegenüber. Vom erstern sind Bimssteine in unermeßlicher Menge ausgeschleudert worden: der zweite liefert keine. Derselbe Unterschied findet Statt zwischen den beiden der Stadt Popayan nachbarlichen Vulkanen, dem Purace und dem Sotara: dieser hat zugleich Obsidiane und Bimssteine ausgeworfen, ganz wie der Cotopaxi. Am Rucu-Pichincha, den ich bis zu einem der trachytischen Thürme (Höhe 2491 Toisen), von welchen der ungeheure Krater beherrscht wird, bestieg, habe ich viele Bimssteine gefunden: auch gehören die Bimssteine des Sotara und Cotopaxi — welche, neben glasigem Feldspath und weniger Hornblende, große sechsseitige Glimmer-Säulen einschließen — bestimmt nicht dem Obsidian an; sie weichen gänzlich ab von den glasigen, haarförmigen Bimssteinen, die ich den Abhang des Pic von Teneriffa bedecken sah.

Die herrlichen Opale von Zimapan in Mexiko scheinen nicht, wie jene welche Ungarn liefert, den trachytischen Konglomeraten anzugehören, sondern den trachytischen Porphyren, in denen strahlige Kugeln blaulichgrauen Perlsteins enthalten sind (§. 23).

II. **Basaltische Formationen**, die eigentlichen Basalte mit Olivin, Augit und wenig Hornblende umfassend; dann die Phonolithe des Basaltes, die Dolerite, den blasigen Mandelstein, die Thone mit Pyropen (rothe Granaten); endlich die basaltischen Trümmer-Gesteine (Konglomerate und Schlacken). Das basaltische Gebiet hängt, von einer Seite, mit den Trachyten zusammen, in welchen allmählig der Augit mehr vor-

herrschend wird, als der Feldspath [1]; theils aber, und, wie ich glaube, um Vieles inniger, ist dasselbe jenen Laven der Vulkane verbunden, die als Ströme ergossen worden. Die Phonolithe gehören zugleich dem trachytischen Gebilde an und dem basaltischen. Daß ein wahrhafter Basalt mit Olivin als untergeordnetes Lager im Trachyt gefunden worden, möchte ich in Zweifel ziehen. Der Phonolith, dem ein solches lagerweises Vorkommen eigen ist in den Trachyten der Kordilleren und in jenen der Auvergne, erscheint den Basalten nur aufgelagert. Da, wo der Phonolith nicht in einzelnen Spitzbergen aus Ebenen sich erhebt, krönt er meist die Hügel des Basaltes. Hornblende und Augit trifft man in Trachyten und Basalten: die erste der genannten Mineral-Substanzen ist vielleicht mehr Eigenthum trachytischer Formationen. Der Olivin bezeichnet die basaltischen Formationen, die Europäischen Laven von sehr hohem Alter und die jugendlichsten des Feuerberges Jorullo in Mexiko (Strom von 1759).

Beachtet man die, in beiden Kontinenten verbreiteten, Gruppen basaltischer und trachytischer Felsarten ausschließlich in Hinsicht ihres Umfanges, so ergibt sich, daß die großen Massen jener Gruppen einander sehr fern liegen. Die an Basalten vorzugsweise reichen Lande (Böhmen, Hessen) haben keine Trachyte, und die Kordilleren der Andes, trachytisch auf Strecken von unermeßlicher Weite, zeigen sich häufig ganz ohne Basalte. Weder der Chimborazo, noch der Cotopaxi, Antisana, oder der Pichincha, besitzen eigentlichen Basalt; während dieses Gestein, ausgezeichnet durch Olivin, in schönen Säulen von drei Fuß Durchmesser, auf derselben Hochebene von Quito getroffen wird, aber fern von jenen Feuerbergen, ostwärts von Guallabamba, im Thal des Rio Pisque. Bei Popayan überdecken die Basalte nicht die trachytischen Dome des Sotara und des Purace; sie treten einzeln auf am westlichen Ufer des Cauca, in den Ebenen von Julumito. Das große Basalt-Gebiet Mexikos (Valle

---

1 Cordier, Sur les masses des roches volcaniques, p. 25.

de Santiago zwischen Valladolid und Guanaxuato) ist sehr fern von den trachytischen Vulkanen Popocatepetl und Orizava. Alle namhaft gemachten Basalte (Guallabamba, Julumito und Santiago) ruhen wahrscheinlich, in bedeutender Teufe, auf trachytischem Grund; allein wir betrachten hier die Trennung der basaltischen und der Trachyt-Berge nur aus vereinzeltem Gesichtspunkte.

Im Allgemeinen überwiegen, was die Masse angeht, die trachytischen Formationen in den Kordilleren von Mexiko, von Neu-Grenada, von Quito und von Peru, um Vieles die Formationen des Basaltes; letztere können selbst, denen verglichen welche Deutschland aus Ost nach West durchziehen, zwischen den Parallelen von 50° und 51°, als sehr sparsam verbreitet gelten. Das nämliche Uebergewicht des trachytischen Gebietes über jenes der Basalte wird in Ungarn beobachtet. « Ueberall, » sagt Herr Beudant ungemein wahr, « wo die Trachyt-Massen großartig entwickelt worden, sieht « man nur wenig beträchtliche Streifen von Basalt; und umgekehrt, « in Gegenden wo das basaltische Gebiet eine mächtige Entwickelung « gefunden, ist wenig Trachyt vorhanden, oder er wird selbst ganz « vermißt. ' » Man könnte sagen, daß beide Gebiete einander gegenseitig zurückdrängen; und da die Krater noch wirksamer Vulkane ohne Ausnahme sich ihren Weg durch Trachyt gebahnt haben, so darf man nicht verwundert seyn, diese Vulkane und ihre Laven in so weiter Ferne von den alten Basalten zu finden. [2]

Dieses Widerstreites, oder vielmehr dieser nicht gleichartigen Entwickelung ungeachtet — eine Erscheinung, welche uns bereits bei andern Felsarten vorgekommen, wie bei Graniten und Glimmerschiefern, bei Kalkstein und Thonschiefern der Uebergangszeit, beim rothen Sandstein und Zechstein oder Alpenkalk —, zeigen Trachyte und Basalte, in andern Erd-Gegenden, die innigsten geognostischen Verwandtschaften. Wenn die großen basaltischen Massen (Hessen;

---

1 Voyage minéral. en Hongrie, T. III, p. 500, 587 — 589.

2 Humboldt, Relat. histor., T. I.er, p. 154.

Forez, Velay, Vivarais; Schottland; Veßprim und Balaton-See) geognostisch getrennt bleiben von den großen Massen der Trachyte (Sieben-Gebirge; Auvergne; Gebirge von Matra, von Vihorlet und Tokay; westliche Kordillere der Andes von Quito): so erscheinen demungeachtet Streifen basaltischer Gebilde diesen nämlichen Trachyten übergelagert[1]. Die Euganäischen Gebirge (Basalte des Monte Venda, bei den trachytischen Kegeln von Monte Pradio, Monte Ortone und Monte Rosso), die Abhänge der Berge die Gruppe des Mont Dore zusammensetzend, die Gegend um Guchilaque in Mexiko (Cerro del Marquès, 1537 Toisen) und um Xalapa (cerro de Maculteped, 788 Toisen), bieten denkwürdige Beispiele solcher Vereinigung beider Gebilde, des feldspathigen und des augitischen. Bald erheben sich Hügel säulenförmig abgesonderter Basaltes aus dem Trachyt-Gebiete; bald erscheint dasselbe gefurcht und überdeckt mit Basalt-Strömen, die häufig unterbrochen sind, oder stufenartige Absätze, auch Plateaus bilden.

Aus diesen Bemerkungen ergibt sich, daß die größten Basalt-Massen ihre unmittelbare Lagerstätte in den Ur-, Uebergangs- und Flötz-Formationen haben, während andere um Vieles weniger beträchtliche Massen — dem Gefüge nach jenen durchaus ähnlich und meist das Ansehen tragend alter Ströme steiniger Laven — dem Trachyt-Gebiet aufgelagert sind. Beide schließen zuweilen Bruchstücke von Granit ein, von Gneiß, oder von einem sehr feldspathreichen Syenit. Die nämliche Erscheinung, wie wir dieß bereits gesehen haben, wird (am Vulkan Jorullo) bei neuen Laven, aus bekannter Zeit abstammend, wahrgenommen. Aber diese unwiderlegbaren Beweise feuerigen Flüßigseyns berechtigen uns nicht zum Glauben, daß die basaltischen Kegelberge, in Ebenen zerstreut, oder den Kamm von Urgebirgen krönend, alle auf dieselbe Weise gebildet worden, wie die basaltischen Streifen, welche Trachyte überdecken, oder wie die

---

1 L. v. Buch, Briefe aus Auvergne, S. 289. — Derselbe, Abhandlung vom Trapp-Porph., S. 137 — 141.
Ramond, Niv. géologique, p. 18, 60 — 73.

(Olivine führenden) basaltischen Laven einiger sehr neuen Feuerberge. Das Mengen der Materien, welche die vulkanischen Felsarten bilden, hat im Erd-Innern Statt, und wahrscheinlich in unermeßlicher Tiefe. Aehnliche Materien, zusammengesetzt aus denselben Urstofftheilen, können auf sehr verschiedenartigem Wege zu Tag kommen (auf der Planeten-Oberfläche erscheinen), bald durch Emporheben (Erheben) zu Bergen (die Gestalt von Glocken tragend, oder von Kuppeln), oder zu kegelförmigen Hügeln; bald durch Längen-Spalten, in der Erdrinde entstanden; bald durch kreisrunde Oeffnungen, am Gipfel eines Berges befindlich. Die Geognosie der Vulkane unterscheidet diese Bildungsarten; und wenn sie es abweiset, unter der Benennung Laven alle Felsarten zu vermengen den trachytischen und basaltischen Gebieten zuständig: so geschieht dieß aus dem Grunde, weil jenes Wissen sich weigert anzunehmen, daß die Kuppeln des Puy de Clierfou, des großen Sarcouy und des Chimborazo, so wie alle kegelförmige Basalt-Berge, Theilganze von Lavenströmen seyen. Feuerberge, mitunter sehr neu, haben feldspathige Laven ergossen (Ischia, Solfatara di Pouzzolo) und augitische Laven mit Olivin (Jorullo), den ältesten Trachyten und Basalten ähnlich. Oft sind, aus einem mineralogischen Gesichtspunkte erfaßt, vulkanische Massen einerlei (feldspathige und augitische Laven; Trachyte; Basalte in einzelnen Kegelbergen): man ist berechtigt zu vermuthen, daß die Umstände, unter welchen sie hervorgebracht wurden im Innern der Erde, nur sehr wenig verschieden waren; allein was in geognostischer Beziehung die einen entfernt von den andern, ist das Ungleiche in der Art ihres Erscheinens auf der Außenfläche des Planeten.

Unter der großen Zahl denkwürdiger Beobachtungen, geboten in der Gegend um den neuen Feuerberg Jorullo in Mexiko, achte ich keine für so wichtig, für so unerwartet, als jene den zweifachen Ursprung der basaltischen Masse betreffend. Man sieht zugleich kleine Basalt-Kegel, aus Kugeln mit konzentrischen Lagen bestehend, und ein Vorgebirge basaltischer Laven, steinig und dicht im Innern, schwammig auf der Oberfläche. Dieser Lavastrom ist eine

schwarze, sehr kleinkörnige Masse, weder Hornblende noch Augit enthaltend, wohl aber unbezweifelten Olivin und kleine Krystalle glasigen Feldspathes. Herr von Buch hat, in den von mir mitgebrachten Bruchstücken, außer dem Olivin (der von lichter olivengrüner Farbe ist, muschelig im Bruche, und körnig abgesonderte Stücke hat), einige sechsseitige Säulen-Krystalle von messinggelbem Glimmer erkannt. Diese Laven sind es, welche die eckigen, zerborstenen Bruchstücke granitischen Syenites enthalten, von denen schon mehrmals die Rede gewesen: sie stammen wahrscheinlich von einem Uebergangs-Gebilde ab, das unter dem Trachyte liegt. Ausnehmend kleine Stücke graulichen Trachytes, mit glasigem Feldspath und in die Länge gezogene Hornblende-Krystallen, die wir das Glück hatten am Rande des Kraters mitten unter Schlacken zu treffen, führen selbst den Beweis, daß der Ausbruch zugleich durch den Syenit und durch den aufgelagerten Trachyt gewirkt hat. Die Laven steigen bis zu 678 Fuß Mächtigkeit; und da sie nicht seitwärts (aus dem Abhange) ergossen worden, sondern dem Schlunde des gegenwärtigen Vulkans entströmt sind, so ist es uns, dem Herrn Bonpland und mir, nicht ohne einige Gefahr, gelungen, indem wir dem Strome derselben nach S. S. O. folgten, ins Innere des noch brennenden Kraters vorzudringen, um hier Luft einzusammeln. Man darf mit diesem Strome steiniger basaltischer Laven, die keine aufgehäufte Schlacken sind, wie am Monte nuovo von Pouzzolo, nicht die Kugelbasalte verwechseln, die kleinen Kegel bildend, von den Eingebornen Oefen (hornitos) genannt, in Beziehung auf ihre Gestalt und weil ihren Spalten sparsam wässerige Dämpfe, mit schwefeliger Säure gemengt, entsteigen. Es kann, selbst für den, mit dem Anblicke von Ländertheilen durch vulkanisches Feuer verwüstet, weniger vertrauten Beobachter, nicht im mindesten zweifelhaft bleiben, daß der ganze Boden des Mal-pais, einen Flächenraum von 1,800,000 Geviert-Toisen einnehmend, emporgehoben sey. Da, wo dieser emporgehobene Boden mit der Ebene der Playas de Jorullo zusammenhängt, die keine Aenderung irgend einer Art erlitten, findet man, im Osten von

San-Isidoro, einen senkrechten Fall von fünf und zwanzig bis dreißig Fuß senkrechter Höhe. Die schwarzen thonigen Lagen des Mal-pais erscheinen hier wie zerbrochen, und lassen, in einem Durchschnitte aus N. O. nach S. W., wagerechte, wellenförmig gebogene, Schichtungsklüfte wahrnehmen. Jenseits des senkrechten Falles oder stufenweisen Absatzes steigt man über einen, blasenartig gewölbten, Boden nach der Schlucht welcher die großen Vulkane entstiegen sind, deren einer (el volcan grande de Jorullo) noch entzündet ist. Das Gewölbte des Bodens beträgt an einigen Stellen 78, an andern 90 Toisen; das heißt: der Fuß des großen Vulkans, oder vielmehr der mittlere Theil der Ebenen von Mal-pais, wo (gegen die alte Hacienda von San-Pedro de Jorullo zu) der große Vulkan plötzlich emporsteigt, ist ungefähr um zehn Fuß höher, als der Rand des Mal-pais beim ersten senkrechten Fall. Dieser ganze Abhang des gewölbten Bodens ist so sanft, daß seine wahre Beschaffenheit denjenigen entgehen kann, welche nicht mit Meß-Geräthschaften versehen sind. Es ist, wie die Eingebornen sehr bezeichnend sagen, ein hohler Grund (tierra hueca). Diese Meinung findet ihre Bestätigung in dem Getöse welches der Huftritt von Pferden verursacht, in dem Häufigen vorhandener Spalten, im stellenweisen Einsinken des Bodens und in dem Verlust der Flüsse Cuitimba und San-Pedro, die ostwärts vom Vulkan verschwinden, und am westlichen Rande des Mal-pais als heiße Quellen von 52° Cent. wieder zum Vorschein kommen. Es sind Bänke von schwarzem oder gelblichbraunem Thon die emporgehoben worden: die Außenfläche des Bodens zeigt sich nur mit weniger vulkanischer Asche überdeckt, und das Rund-Erhabene des Mal-pais kann keineswegs als durch Aufhäufungen von Schlacken verursacht gelten, oder durch Auswürfe eines Kraters. Aus diesem aufgetriebenen Boden sind (September 1759) mehrere Tausend kleiner basaltischer Kegel, oder Hügel mit sehr gewölbten Gipfeln, hervorgetreten (Oefen, oder hornitos). Sie liegen alle einzeln zerstreut, so, daß man, um dem Fuße des großen Vulkanes sich zu nähern, gleichsam kleine gewundene Straßen zu durchwandern hat (los callejones del Mal-

pais). Ihre Höhe beträgt 6 bis 9 Fuß. Der Rauch kommt meist etwas unter der Kegelspitze heraus, und bleibt bis zu 50 Fuß Höhe sichtbar. Andere Rauchstrahlen treten aus den, die kleinen Straßen durchziehenden, breiten Spalten hervor; sie gehören dem Boden der erhobenen Ebene selbst an. Im Jahre 1780 war die Wärme der hornitos so beträchtlich, daß man Cigarren, an Stangen befestigt und zwei bis drei Zoll tief in eine der Seiten-Oeffnungen gebracht, anzünden konnte. Die Kegel (hornitos) erscheinen auf gleiche Art und Weise aus Basalt-Sphäroiden zusammengesetzt, sind häufig abgeplattet, und haben acht Zoll bis drei Fuß Durchmesser; eine thonige Masse, mit verschiedenartig gewundenen Schichten, umhüllt jene Sphäroide. Das Ansehen dieser hornitos ist durchaus jenem der, aus Kugel-Basalt gebildeten, kegeligen Hügel (Kugel-Basalt-Kuppen) ähnlich, welche so oft in Sachsen vorkommen, dann auf der Grenze der Oberpfalz und des Frankenlandes, und vorzüglich im Böhmischen Mittel-Gebirge: der einzige Unterschied beruht auf dem Ungleichen des Durchmessers der Hügel. Indessen haben wir, Herr **Freiesleben** und ich, in Böhmen deren gefunden, die durchaus vereinzelt standen und nur 15 bis 20 Fuß Höhe hatten. Der Kern der Kugeln zeigt sich, in den hornitos, wie bei den alten Kugel-Basalt-Kuppen, etwas dichter und frischer als die denselben umschließenden konzentrischen Lagen, deren ich häufig 25 bis 28 zählen konnte. Die ganze Masse der Basalte, stets durchzogen von gesäuerten warmen Dämpfen, ist in hohem Grade zersetzt; so daß sie oft nur aus einem schwarzen eisenschüssigen Thon besteht, mit gelben Flecken, die wohl zu groß sind um von aufgelöstem Olivin abgeleitet werden zu können. Bringt man das Ohr in die Nähe eines dieser Hügel, so vernimmt man ein dumpfes Getöse, scheinbar herrührend von einem unterirdischen Wasserfall: vielleicht wird dasselbe durch die, im Mal-pais sich verlierenden, Wasser des Rio Cuitamba hervorgebracht. Dieß sind also ohne Widerrede plattgedrückte basaltische Sphäroide, aufgethürmt zu basaltischen Hügeln, die, bei Menschen Gedenken, aus der Erde emporgehoben worden, und die folglich nicht als Streifen alter

Laven = Ströme, oder als Ergebniß einer Zersetzung gegliederter Basalt = Säulen gelten können, noch als zufällige Aufhäufung von Auswürfen eines fern liegenden Kraters. Wahrscheinlich ist es die elastische Macht der Dämpfe welche mit jenen hornitos, in Blasen= Gestalt, die gewölbte Ebene des Mal-pais überdeckt hat, so wie die Oberfläche einer zähen Flüssigkeit durch Einwirkung der zu entweichen strebenden Gase mit Blasen besetzt erscheint. Die Rinde, die kleinen Kuppeln der hornitos bildend, ist so wenig fest, daß sie unter den Vorderfüßen eines Maulthieres zusammenbricht, das man zum Besteigen der kegeligen Hügel antreibt.

Die, im Vorhergehenden dargelegten, Thatsachen erachte ich um so wichtiger für die Gebirgskunde, als, in den ältesten basaltischen Gebieten, eine große Uebereinstimmung Statt hat zwischen den einzelnen Hügeln von Kugel = Basalt und den aus säulenförmig abgesonderten Basalten bestehenden Hügeln. Seit langer Zeit haben die bewährtesten Geologen die Hypothese bestritten, welche so viele basaltische Berge, von ausgezeichnet regelrechter Gestalt und von so ebenmäßiger Gruppirung, als Reste eines Ergusses, eines Laven= Stromes betrachten, der allmählig auf geneigtem Boden vorangeschritten wäre. Man muß in den Ebenen um den Jorullo drei große Erscheinungen gesondert betrachten: die allgemeine Emporhebung des Mal-pais, mit mehrern Tausenden kleiner basaltischer Kegel besetzt; die Aufhäufungen von Schlacken und anderen nicht zusammenhängenden Materien in den, vom großen Vulkan mehr fern liegenden, Hügeln, und die steinigen Laven, welche jener Feuerberg unter der gewohnten Gestalt eines Stromes ergossen hat. Das Innere des Vesuvischen Kraters zeigte im August = Monat 1805 (eine Zeit, in welcher ich denselben zu wiederholten Malen besuchte mit den Herren von Buch und Gay=Lussac) denselben Unterschied zwischen dem Grunde des emporgetriebenen Kraters — das heißt, das mehr oder minder Gewölbte, je nachdem man der Epoche des großen Ausbruches näher rückte — und den Kegeln loser Schlacken, von welchen mehrere mitentzündete Zugöffnungen umgeben zu seyn pflegen. Es sind diese Aufhäufungen nicht zusammenhän=

gender Materien allein, die dem Monte nuovo von Pouzzolo ähnlich erscheinen. Die Laven-Rinde, den Grund des Kraters bildend, erhebt sich und senkt sich, einem beweglichen Boden gleich [1]. Am Vesuv war, im Jahre 1805, jener Grund dermassen gewölbt, daß sein mittlerer Theil das Niveau des südlichen Randes des Feuerberges überstieg. Das Aufschwellen, welches man periodisch in den zugänglichen Kratern brennender Vulkane wahrnimmt, im Boden des kreisrunden oder länglichen Thales das ihre Gipfel endigt, bietet eine auffallende Uebereinstimmung mit dem emporgehobenen Gebiet des Mal-pais am Jorullo; wahrscheinlich zeigt jene Erscheinung auch Analogien mit den kleinen vulkanischen Eilanden, die, unter der Gestalt schwarzer Felsen, sich darstellen über dem Wasserspiegel des Weltmeeres, ehe sie zerbersten, ehe die Flammen-Ausströmungen beginnen. Es scheint, daß Herr d'Aubuisson nicht Gelegenheit gehabt, die Durchschnitte zu vergleichen, welche von mir über den Vulkan Jorullo bekannt gemacht worden [2], wenn er [3] annimmt, ich hätte das emporgehobene Gebiet mit einer Aufhäufung von Auswürfen verwechselt, deren Mächtigkeit wächst, je näher man dem vulkanischen Schlunde kommt.

Die Zusammensetzung des Basaltes, oder, richtiger, die mehr oder minder große Häufigkeit gewisser in den Basalten zerstreut enthaltener Mineral-Substanzen, wechselt in den verschiedenen Gegenden von Aequinoktial-Amerika, wie in den Europäischen. Der Olivin, so gemein in den Basalten von Deutschland, von Frankreich und von Italien, ist, nach den Herren Mac-Culloch und Boué, sehr selten im westlichen Schottland und im nördlichen Irland. Die

---

1 V. Buch, Geognost. Beobacht. Th. II, S. 124.

2 Humboldt, Essai politique, T. I.er, p. 253. — Nivellement barométr. des Andes, N.° 370 — 374. — Vue des Cordillères, p. 242, pl. 43. — Atlas géographique et physique du Voyage aux rég. équinox., pl. 28 et 29.

3 S. dessen lehrreiches Traité de géognosie, T. I.er, p. 264.

Hornblende tritt überaus häufig auf und in großen Krystallen in Sachsen (Oberwiesenthal und Karlsfeld), in Böhmen, im Fuldaischen und in Ungarn (Medwe), während sie meist vermißt wird in den Basalten der Auvergne und in jenen der Kanarischen Inseln. Glasiger Feldspath und Olivin finden sich fast stets mit einander verbunden im basaltischen Gebiete von Mexiko und Neu-Grenada; oft (Valle de Santiago, Alberca de Palangeo) fehlen Hornblende und Augit; in noch andern Gegenden (Cerro del Marques, oberhalb San-Augustin de las Cuevas; Chichimequillo unfern Silao) schließt der Basalt zugleich Olivin ein, glasigen Feldspath, Hornblende und Augit. Im schönen Thale von Santiago (Neu-Spanien) ist der Hyalit so gemein, daß, aus sehr schwer erklärbarer Vorliebe, die Ameisen ihn überall auflesen, wo der Basalt sich zersetzt, und ihn ihren Nestern zutragen. Nie habe ich sehr große Olivin-Massen in den Kordilleren der Andes gesehen: die Europäischen gehören vorzugsweise den basaltischen Trümmer-Gesteinen an (Wilhelmshöhe bei Kassel; Kapfenstein in Steyermark).

Die Thon- und Mergel-Formationen, deren wir in der vorhergehenden Uebersicht, als dem vulkanischen Gebiete zugehörig, gedacht haben, verdienen viele Aufmerksamkeit in den Kordilleren der Andes, im Kanarischen Inselmeer und im Mittel-Gebirge Böhmens (Trzeblitz, Hruvka). In diesen dreien, durch mich untersuchten, Gegenden hat mir der Thon der flüßigen Masse nicht zufällig verbunden geschienen, wie dieß mitunter der Fall ist beim Töpferthon (grès à lignites, §. 35) oberhalb der Kreide, oder in den Flötz- und tertiären Kalksteinen (Jurakalk und Grobkalk) des Vicentinischen, die ich in eckigen Bruchstücken im Basalte eingeschlossen gefunden habe und von denen der Basalt in solchem Grade durchdrungen erscheint, daß er selbst mit Säuren braust. Die thonigen Mergel der Kordilleren (Wasserfall von Regla und Straße von Regla nach Totomilco el grande; Guchilaque, nordwärts von Cuernavaca; Cubilete unfern Guanaxuato) und jener der Insel Graciosa (bei Lancerote) wechseln mit Basalt-Lagen und gehören vielleicht einer gleichzeitigen Formation an mit den schieferigen Tho-

nen, welche im Wechsel mit Alpenkalk sich finden [1]. Aus der Stelle selbst, die sie einnehmen, scheint der Beweis hervorzugehen, daß dieselben nicht durch Zersetzung der Basalte entstanden sind. Man findet darin häufig Krystalle von Augit und rothe Granaten (Pyropen). Ich will nicht darüber absprechen, ob jene Thonmassen in den Andes von Neu-Grenada (zwischen Popayan, Quilichao und Almaguer), die unermeßlichen Haufwerke von zerspaltenen Dolerit- und Grünstein-Kugeln mit glasigem Feldspath einhüllend, den basaltischen Formationen beizuzählen sind, oder den Syeniten und Porphyren des Uebergangs-Gebietes; außer Zweifel aber ist, daß jene Thon-Bänke (tepetate), wodurch die Unfruchtbarkeit eines Theiles der schönen Provinz Quito bewirkt wird, aus den Seiten-Abhängen der Vulkane hervorgekommen sind, nicht untermengt mit geschmolzenen Materien, sondern mit Wasser. Die Ueberschwemmungen, von denen stets die Ausbrüche des Cotopaxi, Tunguragua und anderer noch thätiger Feuerberge der Andes begleitet werden, hängen nicht, wie beim Vesuv [2], mit den Strömen von Regen-Wassern zusammen, welche die (durch den aus dem Krater aufsteigenden Wasserdampf) während der Eruption gebildeten Wolken herabgießen: sie rühren vorzüglich von dem Schmelzen des Schnees her und von den allmähligen Einseihungen auf dem Abhange der Vulkane, deren Höhe 2460 Toisen (die Gränze immerwährenden Schnees) übersteigt. Die heftigen Erschütterungen der Erde, auf welche nicht stets Flammen-Ausbrüche folgen, öffnen Höhlen mit Wasser erfüllt, und diese Wasser führen dann zerriebene Trachyte, Thon, Bimsstein und andere nicht zusammenhängende Materien mit sich hinweg. Diese Erscheinungen wären vielleicht das, was man mit dem Ausdrucke schlammige Auswürfe bezeichnen könnte, wenn eine solche Benennung nicht eine Ueberschwemmung zu nahe zusammenstellte mit wesentlich vulkanischen Phänomenen.

---

1 Humboldt, Relat. histor., T. I.er, p. 88.

2 Mémoires de l'Académie, 1754, p. 18.

Als am 19ten Junius 1698 der Pic des Carguairazo einstürzte, wurde eine umliegende Strecke von mehr als vier Quadrat-Meilen mit thonigem Schlamm überdeckt (von den Eingebornen lodazales genannt). Kleine Fische unter dem Namen preñadillas (Pimelodes cyclopum) bekannt — Thiere derselben Gattung leben in den Flüssen des Königthumes Quito — fanden sich eingehüllt in den flüssigen Auswürfen des Carguairazo. Es sind dieß die Fische, von welchen man sagt, daß sie von den Feuerbergen ausgeschleudert würden, weil dieselben zu Tausenden in den unterirdischen Seen leben, und weil, im Augenblicke großer Eruptionen, sie durch die Spalten hervorgetrieben werden und fortgeführt vom schlammigen Wasser, das am Berg-Gehänge hinabströmt. Der fast verlöschte Feuerberg Imbaburu hat im Jahr 1691 eine solche Menge preñadillas ausgeworfen, daß man die fauligen Fieber, zu jener Zeit herrschend in dieser Gegend, von dem Seuchenstoff herleitete, welchen jene Fische ausdünsteten.[1]

Der Dolerit des basaltischen Gebietes[2] ist sehr selten in den Kordilleren, welche bei weitem am reichsten sind an trachytischen Gesteinen, in denen der Feldspath mehr vorherrscht, als der Augit. Ich bin indessen der Meinung, daß ein Dolerit, welchen ich auf der Straße von Ovexeras nach den heißen Quellen von Comangillo unfern Guanaxuato gefunden habe, den Basalten der Caldera und der Aguas buenas zugehört, und nicht eigentlichen Trachyten. Selbst über die Lagerungsweise der Phonolithe besteht einige Ungewißheit, wenn sie vereinzelt auftreten, oder fern von basaltischen und trachytischen Bergen. Eine solche Vereinzelung bezeichnet die Phonolithe vom Peñon, welche eine Klippe im Rio Magdalena bilden, und dem Granit von Banco unmittelbar aufgesetzt scheinen; die Phonolithe, von denen ich das Steinsalz-Lager von Huaura (Unter-Peru, nahe bei den Küsten des Süd-Meeres) habe durch-

---

1 Humboldt, Rec. d'obs. de zool. et d'anat. comp.; T. I.er, p. 22, et T. II, p. 150.

2 D'Aubuisson, Journ. des mines, T. XVIII, p. 197.
Leonhard und Gmelin, Nephelin im Dolerit; 1822, S. 17—35.

brechen sehen; endlich jene, welche am nördlichen Rande der Steppen von Calabozo (Cerro de Flores) emporsteigen. Letztere sind dem augitischen Mandelstein geognostisch verbunden, welcher mit Uebergangs-Grünstein wechselt[1]. Die blasigen Mandelsteine (tezontli), glasigen Feldspath, Augit und Steinmark einschließend, erscheinen am häufigsten verbreitet auf dem mittlern Plateau von Neu-Spanien. Sie finden sich theils überdeckt mit Basalt, theils bilden dieselben (Cuesta de Capulalpan) Kugeln von zwei bis drei Fuß Durchmesser, die in Kegel, oder in halbkugelige Hügel versammelt und den Uebergangs-Porphyren aufgelagert sind.

III. **Laven in Gestalt von Strömen dem Krater eines Feuerberges entflossen.** Steinige feldspathige Laven, den Trachyten ähnlich. Basaltische Laven. Obsidiane der Laven. Glasige Bimssteine der Obsidiane. Wir haben bereits oben bemerkbar gemacht, wie selten eigentliche Laven-Ströme in den Kordilleren gefunden werden. Jene, welche ich gesehen, gehören Seiten-Ausbrüchen des Antisana an, des Popocatepetl und des Jorullo. Viele Ströme (Mal-pais) sind aus vulkanischen Schlünden gekommen, die sich seitdem geschlossen haben und welche man jetzt nicht mehr zu erkennen vermag. Manche Ströme, nach einem Punkte zu gerichtet, haben sich miteinander verbunden: sie erscheinen unter der Gestalt breiter Streifen, ähnlich den um Vieles ältern augitischen Gesteinen. In den Laven des Thales von Tenochtitlan (zwischen San Augustin de las Cuevas und Coyoacan) zeigt sich die Hornblende weit häufiger, als in den Europäischen Laven. Ein wohl unterrichteter Mexikanischer Mineralog, Herr **Bustamante**, hat dieselben neuerdings einer mechanischen Zerlegung, nach der von Herrn **Cordier** ersonnenen scharfsinnigen Methode, mit Erfolg unterworfen.[2]

IV. **Tuffe der Vulkane, oft erfüllt mit Muscheln.**

---

1 Humboldt, Rel. hist. T. I.er, p. 154.
2 Semanario de Mexico, 1820, n.° XX, p. 80 — 90.

V. Oertliche kalkige und gypsige Formationen, den vulkanischen Tuffen, dem basaltischen Gebilde (Mandelstein), oder den Trachyten aufgelagert. Diesen Formationen von sehr jugendlicher Entstehung gehören, nach meiner Ansicht, im Plateau von Quito, die Blätter-Gypse von Pululagua an, der thonige und faserige Gyps von Yaruquies, die kohlenstoffhaltigen und vitriolischen Schieferthone von San Antonio, die (salzführenden?) Thone der Stadt Ibarra, der Sand mit Braunkohlen von Llano de Tapia (am Fuße des Cerro del Altar) und die Kalktuffe (Caleras) von Agua santa. Auch auf den Kanarischen Eilanden erscheinen kalkige oolithische und gypsige Formationen, den vulkanischen Tuffen untergeordnet (Lancerote und Fortaventura). Man vermag das beziehliche Alter solcher kleinen Ablagerungen nur anzugeben, indem man sie der Kreide vergleicht, oder den neuesten tertiären Formationen (§§. 37 — 39): wir haben sie hier nach ihrer Lagerungsfolge über den vulkanischen Gesteinen aufgeführt. In Ungarn zeigt sich, nach der interessanten Beobachtung des Herrn **Beudant**, ein Braunkohlen-Sandstein (§. 35) dem trachytischen Trümmer-Gesteine aufgelagert (Dregely), dem Bimsstein-Konglomerat (Palojta), und selbst dem Trachyt (Tokai); über diesem Sandstein liegt entweder Grob-Kalk (§. 36) dem tertiären Gebiet zuständig, oder Süßwasser-Kalkstein, oder es wird derselbe von basaltischen Strömen bedeckt.

Dieß sind die vorzüglichsten Formationen des Feuer-Gebildes, abstammend von Emporhebungen des Bodens, oder von Seiten-Ausbrüchen, oder von bloßen Auswürfen. Wir beschränken uns auf Angabe der Thatsachen, ohne mit der Lösung von Streitfragen uns zu befassen, deren begründende Thatsachen nur auf sehr unvollkommene Weise bekannt sind. Wir müßten sonst fürchten, mit gültigem Rechte auf die Geognosie angewendet zu sehen, was **Montaigne** von einer gewissen Art Philosophie sagt: « Sie entspringt daraus, daß der forschbegierige Geist weiter sehen will, « als die Kraft der Augen reicht. »

Uebersicht

der in beiden Erdhälften beobachteten Formationen (1822).

[Die Römischen Ziffern sind den Namen jener Formationen vorgesetzt worden, welche, selten fehlend (unterdrückt) und folglich am Allgemeinsten verbreitet, zum geognostischen Gesichtskreise dienen können. Ferner findet man Angabe der §§. und Seiten die Beschreibungen enthaltend.]

Einleitung, die Grundsätze der geognostischen Philosophie darlegend, S. 1 — 70.

Ur-Gebilde.

Allgemeine Ansichten, S. 70.

I. Ur-Granit, §. 1, S. 71 — 72.
Ur-Granit und Ur-Gneiß, §. 2, S. 72.
Zinnerz führender Granit, §. 3, S. 73.
Weißstein mit Serpentin, §. 4, S. 73 — 74.

II. Ur-Gneiß, §. 5, S. 74 — 77.
Gneiß und Glimmerschiefer, §. 6, S. 77 — 79.
Granite, neuer als Gneiß, älter als Ur-Glimmerschiefer, §. 7, S. 80 — 82.
Ur-Syenit? §. 8, S. 82 — 83.

[Die fünf letztern Formationen, ihre Stelle einnehmend zwischen Ur-Gneiß und Ur-Glimmerschiefer, sind parallele Formationen.]

Ur-Serpentin? §. 9, S. 83 — 84.
Ur-Kalk? §. 10, S. 84 — 85.

III. Ur-Glimmerschiefer, §. 11, S. 85 — 89.
Granit, neuer als Glimmerschiefer, älter als Thonschiefer, §. 12, S. 90.
Gneiß, neuer als Glimmerschiefer, §. 13, S. 90.
Grünsteinschiefer? §. 14, S. 91.

IV. Ur=Thonschiefer, §. 15, S. 91 — 94.

Ur=Quarzfels (mit Massen von Eisen=Glimmer), §. 16, S. 94 — 98.

Granit und Gneiß, neuer als Thonschiefer, §. 17, S. 98 — 99.

Ur=Porphyr? §. 18, S. 99 — 100.

V. Primitiver Euphotid, jünger als Thonschiefer, §. 19, S. 100 — 103.

[Die vier letzten Formationen sind unter sich parallel, zuweilen selbst mit dem Ur=Thonschiefer.]

Uebergangs=Gebilde.

Allgemeine Ansichten, S. 103 — 106 und 109 — 114.

Typen örtlicher Ueberlagerungen, S. 107 — 109.

I. Körniger talkiger Kalk, Uebergangs=Glimmerschiefer und Grauwacke mit Kohlenblende, §. 20, S. 114 — 119.

II. Uebergangs=Porphyre und Syenite, unmittelbar gelagert auf Ur=Gesteinen, auf schwarzem Kalk und Grünstein, §. 21, S. 119 — 145.

III. Uebergangs=Thonschiefer, mit Einlagerungen von Grauwacke, Grünstein und schwarzem Kalk, von Syenit und Porphyr, §. 22, S. 145 — 166.

IV und V. Porphyr, Syenit und Grünstein, neuer als Uebergangs=Thonschiefer, zuweilen selbst dem Orthoceratiten=Kalk im Alter nachstehend, §§. 23, 24, S. 166 — 190.

VI. Uebergangs=Euphotid, §. 25, S. 198 — 201.

Flötz-Gebilde.

Allgemeine Ansichten, S. 203 — 204.

I. Große Steinkohlen-Niederlage, rother Sandstein und Flötz-Porphyr (mit eingelagertem Mandelstein, Grünstein und Kalkstein), §. 26, S. 204 — 230.

Flötz-Quarz-Gestein, §. 27, S. 231 — 233.

[Letztere Formation ist dem Kohlen-Sandstein parallel.]

II. Zechstein oder Alpenkalk (magnesian limestone); wasserhaltiger Gyps; Steinsalz, §. 28, S. 233 — 267.

Die fünf folgenden Formationen, auf sehr ungleichartige Weise entwickelt, können begriffen werden unter dem Namen

III. Sandsteinartige und kalkige Ablagerungen (dépôts marneux et oolithiques), zwischen Zechstein und Kreide eine Stelle einnehmend und beiden Gebilden verbunden, S. 268 — 269.

Thon und bunter Sandstein (Grès à oolithes; Grès de Nebra; New red sandstone und red marl) mit Gyps und Steinsalz, §. 29, S. 269 — 273.

Muschelkalk (Calcaire coquillier; Calcaire de Gœttingue) §. 30, S. 273 — 277.

Quadersandstein (Grès de Königstein), §. 31, S. 277 — 279.

Jurakalk (Lias, Marnes et grands dépôts oolithiques), §. 32, S. 279 — 292.

(Ausschließlich) vulkanische Gebilde.

Allgemeine Ansichten, S. 318 — 333

I. Trachytische Formationen, S. 333 — 349.

Granitische und syenitische Trachyte.

Porphyrartige Trachyte (feldspathige und augitische).

Phonolithe der Trachyte.

Halb-verglaste Trachyte.

Perlsteine mit Obsidianen.

Trachytische Mühlsteine (Trachytes meulières), blasig mit kieseligen Nestern.

(Trachytische und bimssteinartige Konglomerate, mit Alaunstein, Schwefel, Opal und Holzopal.)

II. Basaltische Formationen, S. 349 — 362.

Basalt mit Olivin, Augit und etwas Hornblende.

Phonolithe der Basalte.

Dolerite.

Blasige Mandelsteine.

Thon mit rothen Granaten (Pyropen).

(Diese kleine Formation scheint dem Thon mit Braunkohlen aus dem tertiären Gebiet verbunden, demselben, über welchen sich nicht selten basaltische Ströme verbreitet haben.)

Eisenschüssiger Sandstein u. Sand, und grüner Sandstein und Sand (Grès secondaire à lignites, Iron-sand and Greensand), §. 33, S. 292 — 295.

IV. Kreide, §. 34, S. 295 — 298.

Tertiäre Gebilde.

Allgemeine Ansichten, S. 298 — 304.

I. Tertiärer Thon und Sandstein mit Braunkohlen (Argile plastique, Molasse et Nagelflue d'Argovie), §. 35, S. 304 — 310.

II. Pariser Kalk (Calcaire grossier, ou Calcaire à cérites), eine Parallel-Formation des Töpferthones von London und des sandigen Kalksteines von Bognor, §. 36, S. 310 — 314.

III. Kieseliger Kalk, Knochen führender Gyps, wechselnd mit Mergel (Gypse de Montmartre), §. 37, S. 314 — 316.

IV. Sandstein und Sand über dem Knochen führenden Gyps gelagert (Grès de Fontainebleau), §. 38, S. 316 — 317.

V. Süßwasser-Gebilde mit porösen Mühlsteinen (Meulières poreuses), auf dem Sandstein von Fontainebleau gelagert (Calcaire à lymnées), §. 39, S. 317 — 318.

Trümmer-Gesteine und basaltische Schlacken.

III. Laven, einem vulkanischen Krater entflossen (Alte Laven, breite Streifen, meist sehr feldspathreich; neue Laven, deutliche Ströme von geringer Breite; Obsidiane der Laven und Bimssteine der Obsidiane), S. 362.

IV. Tuffe der Vulkane mit Muscheln, S. 363.

(Ablagerungen von dichtem Kalk, von Mergel, Thon mit Braunkohlen, von Gyps und Oolithen, dem neuesten vulkanischen Tuff aufgelagert. Diese kleinen örtlichen Formationen gehören vielleicht dem tertiären Gebiet an. Plateau von Riobamba, Eilande Fortaventura und Lancerote).

Um sich zu mehr allgemeinen Ansichten zu erheben, und die in der Uebersicht der Felsarten angedeuteten Auflagerungs-Beziehungen besser zu verstehen, kann man sich einer pasigraphischen Weise bedienen, deren erste Grundsätze hier wiederholt eine Stelle finden mögen. Jene Weise ist eine Zweifache: entweder eine bildliche, die über einander gelagerten Schichten durch längliche Vierecke darstellend, von welchen die einen auf den anderen ruhen; oder sie ist eine algorithmische Weise, die Felsarten und ihr Formationsalter angebend, wie die Glieder einer Reihe.

Die erste Methode habe ich bei den von mir, zum Behuf der Bergwerksschule von Mexiko, im Jahre 1804 entworfenen Tables de pasigrafia geognostica angewendet; es ist dieselbe, welche man allgemein mit dem Ausdrucke Gebirgs-Durchschnitte zu bezeichnen gewohnt ist. Sie bietet den Vortheil des mehr Augenfälligen, und drückt gleichzeitig im Raume zwei Reihen oder Systeme von Gesteinen aus, die eine und dieselbe Formation überdecken. Durch sie erlangt man die leichtesten Mittel um geognostische Aequivalente oder parallele Felsarten anzudeuten, so wie den Fall, wo, durch örtliche Unterdrückung der Formation β, die Formation γ unmittelbar auf α ruht. Zwei Parallel-Gesteine, zum Beispiel Thonschiefer und Quarzfels (S. 96), beide dem Glimmerschiefer aufgelagert, werden in der bildlichen Methode durch zwei gleichhohe Parallelogramme dargestellt, welche auf einem dritten ruhen. Die Namen der Felsarten finden sich eingeschrieben in den Parallelogrammen, oder, wie sich dieß später zeigen wird, man macht dieselben durch Schraffierungen kenntlich, oder durch ein auf verschiedene Art angelegtes Netz, je nachdem die bildlich dargestellten Felsarten gegenseitige Uebergänge wahrnehmen lassen, oder nicht. Durch örtliches Unterdrücktseyn des Sandsteines von Nebra (bunter Sandstein) und des Kalksteines von Göttingen (Muschelkalk), kann der Jurakalk in einer Gegend unmittelbar auf dem Alpenkalk (Zechstein) ruhen (S. 280 und 291), während man, in einer andern Gegend, aus der Teufe nach oben, den Alpenkalk, den Muschelkalk, den bunten Sandstein und den Jurakalk einander folgen sieht. Diese Lage-

rungs-Beziehungen lassen sich in einem idealen Durchschnitt darstellen, indem man von dem untern Theile des Parallelogramms den Jurakalk andeutend, nach einer Seite, ein Rechteck, das Zeichen der beiden Formationen des Muschelkalkes und des bunten Sandsteines, wegläßt.

Die zweite Methode, welche nach Reihen fortschreitet und die man die algorithmische nennen könnte, gibt die Felsarten an durch besondere Bezeichnung, nicht auf bildliche Weise, nicht durch einen Flächenraum. Da die ganze Lagerungs-Geognosie eine Aufgabe von Reihen ist, oder des, einfachen oder periodischen, Aufeinanderfolgens gewisser Glieder, so können die verschiedenen einander überlagernden Formationen durch allgemeine Zeichen ausgedrückt werden, durch die Buchstaben des Alphabets. Diese Bezeichnung, angewendet auf verschiedene Theile der allgemeinen Physik [1], in welchen man das Ansetzen (juxtaposition) der Dinge untersucht, sind keineswegs bloße Gedankenspiele. In der positiven Geognosie bieten sie den großen Vortheil, die Aufmerksamkeit an die allgemeinsten Beziehungen zu fesseln, an jene der beziehlichen Lagen (Stellungen), des Wechsels und der Unterdrückung gewisser Glieder der Reihe. Je mehr man den Werth der Zeichen bei Seite setzt (Bestand und Struktur der Felsarten), um desto besser wird man das Gedrängte einer gewissermaßen algebraischen Sprache verstehen, so wie die verwickelten Verhältnisse der Lagerung und jene der periodischen Wiederkehr von Formationen. Die Zeichen α, β, γ, werden für uns weder Granit, Gneiß und Glimmerschiefer, noch

---

1 Vor der großen Entdeckung der Voltaischen Säule hatte ich, in meinem Werke über die Reizung der Nervenfaser, durch besondere Bezeichnung die Fälle gezeigt, in welchen, in einer Kette fremdartiger Metalle und ihrer befeuchteten Zwischenlagen, der Muskelreiz Statt hätte und wo der galvanische Strom sich aufgehalten sähe. Die bloße Ansicht der Reihen und der beziehlichen Stellung der Glieder (Elemente der Säulen) konnten ein Urtheil bieten über das Ergebniß des Versuchs. (Humboldt, Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser, Th. I, S. 236.)

rother Sandstein, Zechstein und bunter Sandstein, oder Kreide, tertiärer Sandstein mit Braunkohlen und Pariser Kalkstein seyn: sie gelten uns nur als Glieder einer Reihe, als bloße Verstandes-Abstraktionen. Wir sind weit entfernt zu behaupten, daß der Geognost nicht auf das sorgsamste, und nach allen Beziehungen, den mineralogischen und chemischen Bestand der Felsarten zu erforschen habe, die Art ihres krystallinischen Gefüges, u. s. w.; nur da, wo es sich handelt um die Lagerungs-Folge und das beziehliche Alter, muß man jene Erscheinungen bei Seite setzen.

Wenn Buchstaben die über einander gelagerten Gesteine vorstellen,

$$\alpha, \beta, \gamma, \delta \ldots\ldots$$
$$\alpha, \alpha\beta, \beta, \beta\gamma, \gamma, \delta \ldots\ldots,$$

so gibt von den beiden Reihen die erste die Folge einfacher und unabhängiger Formationen an: Granit, Gneiß, Glimmerschiefer, Thonschiefer oder Muschelkalk, Sandstein von Königstein (Quader-Sandstein), Jurakalk und grüner Sand mit Braunkohlen (unter der Kreide). Die zweite Reihe zeigt den Wechsel einfacher mit zusammengesetzten Formationen: Granit, Granit-Gneiß, Gneiß, Gneiß-Glimmerschiefer, Thonschiefer (S. 71, 72); oder, um ein Beispiel entlehnt aus dem Uebergangs-Gebiet zu geben (S. 105): Orthoceratiten-Kalk, Kalk wechselnd mit Schiefer, Uebergangs-Schiefer allein, Schiefer und Grauwacke, Grauwacke allein, Uebergangs-Porphyr. . . . . In zusammengesetzten Formationen, das heißt in jenen, welche einen periodischen Wechsel mehrerer Schichten zeigen, unterscheidet man zuweilen drei verschiedenartige Gesteine, die, in derselben Gruppe, nicht gegenseitig in einander übergehen,

$$\text{oder } \alpha, \beta, \alpha\beta\gamma, \gamma \ldots\ldots$$
$$\text{oder } \alpha\beta\gamma, \alpha\beta\delta, \beta\alpha\varepsilon \ldots\ldots,$$

je nachdem, im Ur-Gebiet, wechselnde Schichten von Granit, Gneiß und Glimmerschiefer; oder, im Uebergangs-Gebiet, wechselnde Schichten von Grauwacke, von Schiefer und Kalkstein, oder von

Grauwacke, von Schiefer und Porphyr, oder von Schiefer, Grauwacke und Grünstein, eine und dieselbe Formation ausmachen. Im Gebiete der Uebergangszeit, wie dieß weiter oben dargethan worden, sind Thonschiefer oder Grauwacke nicht allein die Glieder der Reihe. Diese Glieder sind alle zusammengesetzte; es sind Gruppen, und die Grauwacke gehört zugleich mehreren Gruppen an. Daraus folgt, daß der Ausdruck Grauwacken-Formation nur auf das Vorwaltende Beziehung hat, welches dieses Gestein bei seiner Verbindung mit andern Felsarten wahrnehmen läßt.

Alle Gebiete zeigen das Beispiel von selbstständigen Formationen, welche sich gleichsam im voraus verkündigen als untergeordnete Lager. Wenn $\alpha\beta\gamma$, oder $\alpha\beta$, $\beta\gamma$, Formationen bedeuten zusammengesetzt aus Granit, Gneiß und Glimmerschiefer, oder aus Granit und Gneiß, aus Thonschiefer und Porphyr, aus Porphyr und Syenit, aus Mergel und Gyps, das heißt Formationen, in welchen Schichten von zwei, oder selbst von drei Felsarten auf unbestimmte Weise wechseln: so werden $\alpha + \beta$, $\beta + \gamma$, anzeigen, daß der Gneiß nur ein Lager im Granit ausmacht, der Porphyr im Schiefer u. s. w. Alsdann drückt

$$\alpha, \alpha+\beta, \beta, \beta+\gamma, \gamma \ldots$$

die seltsame Erscheinung von Formationen aus, die sich vorher verkündigen, die sich zuerst anzeigen als untergeordnete Lager. Diese Lager erinnern bald an Glieder, welche vorhergiengen (Grund-Gebirge); bald deuten sie auf nachfolgende Glieder hin (Auflagerungs-Gebirge). Wie zum Beispiel:

$$\alpha, \beta, \beta+\alpha, \beta, \beta+\gamma, \gamma \ldots$$

Porphyre und körnige Syenite der Uebergangszeit dringen bis in den rothen Sandstein vor und bilden in demselben untergeordnete Lager. Wenn die Lagerungs-Verhältnisse der Formationen im Fassa-Thale so sind, wie dieß neuerdings behauptet worden (S. 265), so tritt ein älteres Glied, der Syenit, bis in den Alpenkalk oder Zechstein vor; dieß ist der Fall in der Reihe:

$$\alpha, \beta+\alpha, \gamma+\alpha, \delta \ldots$$

Will man die pasigraphische Bezeichnung bis auf die Elemente zusammengesetzter Felsarten ausdehnen, so kann dieselbe zugleich angeben, wie, durch allmählige Zunahme eines jener Urstofftheile der Masse, besonders durch Vereinzelung (einzelne Ausscheidung) von Krystallen, Lager gebildet worden durch eine Art innerlicher Entwickelung:

$$abc,\ abc^2,\ abc^3 \ldots . abc + b.$$

Wir haben in solch besonderm Falle (Lager von Feldspath im Granit, Quarz-Schichten im Glimmerschiefer oder im Gneiß, Hornblende-Schichten im Syenit, Augit-Lager in einem Uebergangs-Dolerit) die Römischen Buchstaben denen des Griechischen Alphabetes vorgezogen, um die Elemente eines Gesteines (Feldspath, Quarz, Glimmer, Hornblende, Augit) nicht mit Gesteinen zu verwechseln, welche den Bestand zusammengesetzter Formationen ausmachen helfen.

Bis jetzt haben wir gezeigt wie, ohne irgend eine Rücksicht zu nehmen auf Bestand und physische Eigenthümlichkeiten der Felsarten, die pasigraphische Bezeichnung selbst die verwickeltesten Aufgaben der Lagerung zu großer Einfachheit zurückzuführen vermöge. Diese Bezeichnung gibt an, wie dieselben untergeordneten Lager (Steinsalz im Zechstein und im red marl, §§. 28 und 29; Steinkohlen im rothen Sandstein, im Zechstein und im Muschelkalk) durch verschiedene über einander gelagerte Formationen hindurchgehen:

$$\alpha + \mu,\ \beta + \mu,\ \gamma,\ \delta + \mu \ldots .$$

Sie erinnert zugleich an die Wiederkehr feldspathiger krystallinischer Formationen in den Gebilden der Uebergangszeit und in jenen des rothen Sandsteins (Norwegen, Schottland); einer Wiederkehr jener des Granites nach dem Ur-Gneiß und nach dem Ur-Glimmerschiefer entsprechend:

$$\alpha, \beta, \alpha, \gamma, \delta \ldots \ldots \varkappa, \lambda, \alpha, \beta \ldots$$

Die ersten Glieder der Reihe erscheinen wieder, selbst nach einem

langen Zwischenraume, nach der Grauwacke und nach dem Orthoceratiten-Kalk, das heißt, nach den Trümmer- und nach den Muscheln führenden Gesteinen.

Beim Schlusse dieser Arbeit will ich zeigen, wie, indem man die Bezeichnung weniger allgemein macht und sie modelt nach einigen physischen Rücksichten (entlehnt von Struktur und Bestand), man mit zwölf geognostischen Zeichen die wichtigsten Lagerungs-Erscheinungen der Ur-, Uebergangs-, Flötz- und tertiären Gebiete darzustellen vermöge. Diese zwölf Zeichen umfassen sieben Reihen von Gesteinen, nämlich: die Glimmerschiefer (und ihre Abänderungen, Uebergänge von einer Seite in Granit und Gneiß, von der andern in Thonschiefer), die Euphotiden, die Hornblende-Felsarten (Grünsteine, Syenite), die Porphyre, Kalke und die Trümmer-Gesteine. Noch einige Zeichen wurden beigefügt für die großen Ablagerungen von Steinkohlen und von Steinsalz, diensam um die Gebirgsforscher auf andere Beziehungen aufmerksam zu machen, indem die Lagerung jener Substanzen die des rothen Sandsteins und des Alpenkalkes andeutet.

Uebersicht und Werth der Zeichen.

α, Granit.

β, Gneiß.

γ, Glimmerschiefer.

δ, Thonschiefer.

Man hat die vier ersten Buchstaben des Alphabetes angewendet um dadurch die vier ältesten Formationen der Urzeit zu bezeichnen. Da jene Formationen allmählig in einander übergehen, so wurden Buchstaben gewählt, welche einander unmittelbar folgen in der alphabetischen Reihe. Der Granit geht in Gneiß über, der Gneiß in Glimmerschiefer und dieser in Thonschiefer. Andere Formationen, (Porphyr, Grünstein, Euphotid) scheinen gleichsam vereinzelt, oft nur als Zusätze zu ältern Gebieten; auch hat man sie durch Buchstaben angedeutet, welche nicht unmittelbar auf einander folgen und den Buchstaben α, β, γ, δ sich nicht anschließen. Durch dieses

Mittel weiß man in der pasigraphischen Schreibart, auf nicht weniger bestimmte Weise, wie in der Natur selbst, Formationen zu unterscheiden, welche nicht sowohl mit andern verbunden sind, als sie zuweilen (Euphotid und Grünstein) unter sich zusammenhängen.

o, Ophiolith, Euphotid, Gabbro und Serpentin: im Allgemeinen sämmtliche an Diallagon reiche Formationen.

ς, Syenit, Grünstein und alle Formationen viel Hornblende führend.

π, Porphyr; man sieht zuweilen π in ς und ς in o übergehen.

τ, Kalkige und gypsige Formationen (τιτανος). Will man die kalkigen Formationen mehr individualisiren, so kann man die primitiven (τ) unterscheiden und jene, welche organische Ueberbleibsel führen (τ′). Durch Exponenten lassen sich besonders angeben: Uebergangskalk (τ^t), Alpenkalk oder Zechstein (τ^a), Muschelkalk, oder Kalkstein von Göttingen (τ^m), Jurakalk, oder große oolithische Formation (τ^o), Kreide (τ^c), Pariser Grobkalk (τ^p) u. s. w.

κ. Trümmer-Gesteine, sandsteinartige Bildungen und Konglomerate, Grauwacke, Sandstein, Brekzie (roches clastiques — κλασμα — des Herrn **Brongniart**).

Die Accentuation (κ′) bedeutet, wie bei τ, daß der Sandstein ein Muscheln führender ist. Man kann die Grauwacken oder Uebergangs-Trümmer-Gesteine unterscheiden (κ^g): den rothen Sandstein (κ^a), die große Steinkohlen-Niederlage einschließend (anthrax); den bunten Sandstein oder Sandstein von Nebra (κ^n); den Sandstein von Königstein oder Quader-Sandstein (κ^q); den grünen Sandstein oder tertiären Sandstein mit Braunkohlen unter der Kreide (κ^1); den, an Braunkohlen noch reichern, Sandstein über der Kreide (κ^{21}); den Sandstein von Fontainebleau (κ^f), u. s. w. Eine gute Bezeichnung muß den Vortheil bieten, daß die Werthe der Zeichen eine Aenderung zulassen, je nachdem man bei Abtheilungen weilt, die verschieden abgestuft sind. Die Exponenten sollen Anspielungen seyn auf die Namen der Felsarten.

Ξ, Kohle, deren Hauptniederlage da gefunden wird, wo die Flötz-

zeit beginnt: dasselbe accentuirte Zeichen (ξ') bedeutet die Braunkohle, die an der Grenzscheide des tertiären Gebietes mit ihrer Hauptmasse eine Stelle einnimmt; sie ist mitunter eine Muscheln führende Steinkohle ($\xi\upsilon\lambda o\nu$).

ϑ, Steinsalz; die größte Formation desselben liegt bald im Alpenkalk, bald im red marl oder bunten Sandstein. Da ich den (zur Bezeichnung für den Granit bereits verwandten) ersten Buchstaben des Griechischen Wortes $\ddot{\alpha}\lambda\varsigma$ nicht gebrauchen konnte, so habe ich mir eine Anspielung auf $\vartheta\alpha\lambda\alpha\varsigma\varsigma\alpha$ erlaubt.

|| Die früher bräuchlich gewesenen Abtheilungen der Formationen in Ur-, Uebergangs-, Flötz-Gebiet, u. s. w., ist durch zwei senkrechte Striche kenntlich gemacht. Bei geognostischen Reihen, die sehr zahlreiche Glieder haben, gibt jenes Zeichen gewissermaßen einen Ruhepunkt ab. Der erfahrne Gebirgsforscher weiß schon im voraus, wo das erste Uebergangs-Gestein seine Stelle einnimmt, wo der Kohlen-Sandstein, wo die Kreide. Die Accentuation eines Zeichens (δ', τ', $\varkappa'$) erinnert im Allgemeinen daran, daß eine Gebirgsart Reste von Muscheln einschließt, daß sie der Urzeit nicht angehört.

Hier folgen einige Beispiele über die Anwendung der zwölf pasigraphischen Zeichen für die Felsarten:

$$\alpha,\ \gamma\dashv\pi,\ \delta\tau',\ \varkappa',\ \pi,\ \sigma,\ \alpha.$$

Das Uebergangs-Gebiet fängt nach $\gamma\dashv\pi$ an (Glimmerschiefer mit Lagern von Ur-Porphyr). Es ist fast die Folge der Formationen in Norwegen (S. 109). Man sieht eine zusammengesetzte Formation sich daran reihen, bestehend aus (schwarzem) Kalkstein mit Resten von Muscheln, aus Grauwacke, Porphyr, Syenit und Granit. Die Ausdrücke $\delta\tau'$ und $\varkappa'$, welche π, ς, α vorangehen, machen diese drei Felsarten als Glieder der Uebergangszeit kenntlich. In England, wo das Uebergangs-Gebilde zwei sehr deutlich unterschiedene Kalk-Formationen aufzuweisen hat (die von Dudley und jene von Derbyshire), nimmt man nachstehende Folge wahr.

$$\beta,\ \sigma\pi,\ \delta',\ \varkappa^{g},\ \tau',\ \varkappa^{g},\ \tau',\ \xi,\ \varkappa^{a},\ \tau^{a},\ \varkappa^{n}\dashv\vartheta,\ \tau^{o},\ \varkappa^{l}.\ \tau^{c},\ \varkappa^{2l}.\ .\ .\ .,$$

Das Uebergangs-Gebiet beginnt mit der Syenit- und Porphyr-

Formation (Snowdon), auf einem Gneiße gelagert, der als der Urzeit angehörig betrachtet wird; dann folgen: Thonschiefer mit Trilobiten, Grauwacke von May-Hill, Uebergangs-Kalk von Longhope; der old red sandstone von Mitchel-Dean, oder mountain limestone von Derbyshire; die große Steinkohlen-Formation des new red conglomerate, den rothen Sandstein vertretend; der talkhaltige Kalk, der red marl mit Steinsalz, der Oolithen-Kalk, der jüngere Sandstein mit Braunkohlen (greensand), die Kreide, der tertiäre Sandstein mit Braunkohlen oder Töpferthon, u. s. w. Auf dem Festlande würden die Flötz-Formationen, hätten sie sich deutlich entwickelt, auf folgende Weise aneinander sich reihen:

$$\tau', \varkappa^{g} \parallel \pi\varkappa^{a} + \xi, \tau^{a} + \vartheta, \varkappa^{n}, \tau^{m}, \varkappa^{q}, \tau^{o}, \varkappa^{l}, \tau^{c} \parallel \varkappa^{2l} \ldots.$$

Vergleicht man diesen Typus mit dem Englischen,

$$\xi, \varkappa^{a}, \tau^{a}, \varkappa^{n} + \vartheta, \tau^{o}, \varkappa^{l}, \tau^{c} \ldots..$$

so zeigt sich, daß zwischen den Oolithen (τ^{o}) und dem red marl oder Sandstein von Nebra ($\varkappa^{n}$) in England zwei Formationen fehlen, der Muschelkalk und der Quader-Sandstein; die Kohlen (ξ), das Steinsalz (ϑ) und die Oolithen ($\varkappa^{o}$) dienen als Vergleichungs-Glieder, als geognostischer Horizont. Aber auf dem Kontinent sind ξ und ϑ dem rothen Sandstein oder Alpenkalk verbunden, während dieselben in England mehr dem Uebergangs-Gestein und dem red marl zugehören. Zuweilen erscheint τ^{a} (S. 232 und 233) als $\varkappa^{a}$ untergeordnet: beide Glieder der Reihe (der Alpenkalk und der rothe Sandstein) machen alsdann nur ein einziges aus. Die Ungewißheit über die Alters-Bestimmung eines Kalksteins, der Zweifel, ob derselbe Alpenkalk (Zechstein) sey, oder ob er als Glied des Uebergangs-Gebildes betrachtet werden müsse, entspringt meist aus der Unterdrückung des ersten Sandsteines und der Kohlen-Ablagerung, welche dieser Sandstein einschließt. Von zwei Reihen:

$$\tau, \varkappa + \xi, \tau \ldots,$$
$$\tau, \varkappa, \tau \ldots,$$

drückt nur die erste mit Sicherheit aus, daß das letzte τ Alpenkalk ist. In der zweiten Reihe könnten beide Kalksteine, und das dieselben

trennende Trümmer-Gestein, Glieder der Uebergangszeit seyn. Die innige Verbindung der Kreide mit dem Jurakalk ist augenfällig, nach dem Wechsel der Schichten (τ^{o}, $\varkappa^{1}$, τ^{c}, $\varkappa^{21}$), und nach der Analogie der Sandsteine unter und über der Kreide.

Um die Haupt-Erscheinungen der Felsarten-Lagerung im Ur-, Uebergangs-, Flötz- und im tertiären Gebiet zusammenzustellen, dient folgende Reihe:

$\alpha, \alpha\beta, \beta+\pi, \beta\gamma, \gamma+\tau, \alpha, \gamma, \delta, \alpha, \beta, \delta, o \,||\, \varkappa^{g}, \tau', \delta\tau', \delta', \delta'+\pi, \gamma, \tau', \sigma\pi, \sigma+\alpha, \sigma\pi, o \,||\, \pi\varkappa^{a}+\xi, \tau^{a}+\vartheta, \varkappa^{n}, \tau^{m}, \varkappa^{q}, \tau^{o}, \varkappa^{1}, \tau^{c}; \,||\, \varkappa^{21}, \tau^{p} \ldots.$

Die Erklärung dieser Zeichen ist überflüssig; sie ergibt sich aus ihrer Vergleichung mit der Uebersicht der Formationen. Ich beschränke mich dahin, die Achtsamkeit des Lesers auf die Aufhäufung der Porphyre (π) zu lenken; auf die Grenzen der Uebergangs- und Flötz-Gebiete; auf die Stellung, welche die Euphotid-Formationen (o) einnehmen; auf die großen Ablagerungen von Steinkohlen und von Braunkohlen (ξ); endlich auf die beinahe periodische Wiederkehr der feldspathigen Formationen, der Granite, Gneisse und Glimmerschiefer (α, β, γ) aus der Uebergangszeit. Da die dargelegte Bezeichnung sehr verschiedenartig abgestuft werden kann durch Accentuirung der Buchstaben; durch Verbindung derselben, gleich Coefficienten, bei zusammengesetzten Formationen, oder durch Beifügung von Exponenten: so zweifle ich, daß die Namen der Felsarten, reihenweise neben einander gestellt, dem Auge eine, in gleichem Grade faßliche, Uebersicht bieten würden, als diese algorithmische Bezeichnung.

In der bildlichen Methode, wo die Formationen durch übereinander verzeichnete Rechtecke dargestellt werden, lassen sich auch die Beziehungen von Bestand und Gefüge angeben, indem man die ganze Oberfläche jener Parallelogramme netzartig bedeckt. Durch Verlängerung der körnigen Theile des Granits, und durch Abtheilung des Rechtecks in ziemlich dicke Lagen, erhält man das Zeichen des Gneißes. Dieses wandelt sich um in jenes des Glim-

merschiefers, indem die Lagen wellenförmig gebogen und durch (Quarz-) Nester unterbrochen werden. Auf gleiche Weise wird der Syenit durch das Zeichen des Granites ausgedrückt, indem man diesem noch schwarze Punkte (Hornblende) beifügt. Diese Zeichen gehen in einander über, wie die Gebirgsarten, welche sie vorstellen. Indem ich dieselben in Durchschnitten zusammenreihte, habe ich, an Ort und Stelle, sehr ausführliche Zeichnungen entworfen über die Thäler von Mexiko und von Totonilco, über die Umgegend von Guanaxuato, und über die Straße von Cuernavaca nach dem Südmeer: Zeichnungen, mit welchen der Vortheil verbunden ist, daß sie nicht den Gebrauch der Farben nothwendig machen. Ich will in keine ausführliche Entwickelung über die anwendbaren Zeichen eingehen. Sie lassen sich auf mehrfache Weise abändern: wesentlich bleiben Kürze der Bezeichnung und der Geist pasigraphischer Methoden.

Anmerkungen.

§. 1. **Leopold v. Buch**, geognoſt. Beobacht., Th. I, S. 16, 23; Derſ., Reiſe nach Norwegen, Th. II, S. 188; Derſ., in **Gilbert's** Annalen der Phyſ., Jahrg. 1820, April, S. 130. **Freiesleben**, Bemerk. über den Harz, Th. I, S. 142. **Leonhard, Kopp** und **Gärtner**, Propädeutik der Miner., S. 159. BONNARD, Essai géogn. sur l'Erzgebirge, p. 18, 48; Id., Aperçu géognost. des terrains, p. 32. D'AUBUISSON, Traité de géogn., II, 12. JAMESON, Syst. of mineral., III, 107. **Goldfuß und Biſchof**, Beſchreibung des Fichtelgebirges, I, 145; II, 38. BOUÉ, Géologie d'Écosse, p. 16, 348; Géolog. Transact., II, 158; Edinb. Phil. Trans., VII, 350. BEUDANT, Voyage min. et géol. en Hongrie, III, 19, 27. HUMBOLDT, Essai sur la géogr. des plantes, p. 122; Id., Relat. histor. d. voy. aux rég. équin., II, 100, 299, 507.

§. 2. **Raumer**, Geb. von Nieder-Schleſien, S. 10.

§. 3. BONNARD, Erzgeb. p. 62, 118. **Goldfuß**, Fichtelgeb., I, 145, 148, 172; II, 32.

§. 4. **Puſch**, in **Leonhard's** Taſchenb., 1812, S. 42. **Raumer**, Fragmente, S. 33, 36, 70. **Bonnard**, Erzgeb., S. 104, 121. **Meineke** und **Keferſtein**, Taſchenb., 1820, S. 103.

§. 5. **Buch**, Beobacht., I, 33; Derſ., Norweg., I, 197, 358; II, 240; Derſ. im Magaz. naturf. Freunde, 1809, S. 46. D'AUBUISSON, Géogn., II, 60 — 66; II, 183, 187. **Blöde**, in **Leonh. Taſchenb.**, 1812, S. 17. HUMBOLDT, Nivell. géogn. des Andes, in deſſen Recueil d'observ. astron., I, 310.

§. 6. **Bonnard**, Erzgeb., S. 72. HUMBOLDT, Rel. hist., I, 556; II, 139.

§. 7. **Goldfuß**, Fichtelgeb., I, 172 — 174. BONNARD, Terrains, p. 34, 40, 82, 66. Roches, p. 34. HUMBOLDT, Relat. hist., I, 610; II, 142, 233, 491, 569, 715.

§. 8. BURKHARDT, Travels in Syria, p. 142. D'AUBUISSON, Géogn., II, 19.

§. 9. **Steffens**, Oryktognoſie, I, 270. BOUÉ, Écosse, p. 55. HUMBOLDT, Relat. hist., II, 40.

§. 10. BEUDANT, Hongrie, II, 213. BONNARD, Terrains, p. 79.

§. 11. **Buch**, geognoſtiſche Beobacht., I, 45, 51, 124, 257; Derſ., Norwegen, I, 191, 209, 219; Derſ., im Magaz. naturf. Fr., 1809, S. 115. CORDIER, dans le Journ. des mines, XVI, 254. BONNARD, Ter-

rains, p. 46. D'Aubuisson, Géogn., II, 78—93; Id., dans le Journ. de physique, 1807, p. 402. **Eschwege**, Journal von Brasilien, II, 14. **Freiesleben**, geognost. Beitrag zur Kenntniß des Kupfersch., V, 257. **Goldfuß**, Fichtelgeb., S. 9.

§. 12. **Buch**, Norwegen, I, 272, 413.

§. 13. **Buch**, Geognost. Beobacht., I, 30; Derf., Norwegen, II, 27, 31. **Raumer**, geognost. Verfuche, S. 50.

§. 14. **Freiesleben**, Harz, II, 66. **Bonnard**, Erzgeb., S. 109—133.

§. 15. Beudant, Hongrie, II, 84; III, 30, 40. **Buch**, Norwegen, II, 83, 87; Derf., in dem Magaz. naturf. Fr., 1810, S. 147. Boué, Écosse, p. 386.

§. 16. **Eschwege**, Journ. von Brafilien, I, 25, 34, 36, 38.

§. 17. **Eschwege**, Brafilien, II, 241.

§. 18. Bonnard, Terrains, p. 56.

§. 19. **Buch**, im Mag. naturf. Fr., 1810, S. 137; Derf., geogn. Beob., I, 68, 71; Derf., Norwegen, I, 479; II, 29, 84, 87, 135. **Esmark**, in **Pfaff**, nord. Archiv, III, 199. Saussure, Voyages dans les Alpes, §. 1362. Journ. de physique, XXXV, 298. Targioni Tozetti, Viaggi, II, 433. Brocchi, Bibl. italiana, IX, 76, 356. Beudant, Hongrie, III, 49.

§. 20. Brochant, Observ. géolog. sur les terrains de transition de la Tarantaise, p. 16, 19, 31, 33, 37, 39, 44, 50, 53. Id., Mémoire sur les gypses anciens, p. 12 — 46. **Buch**, Mag. naturf. Fr., 1809, S. 181. **Raumer**, Fragmente, S. 10, 24. D'Aubuisson, Journal des mines, n.° 128, p. 161.

§. 21. Beudant, Hongrie, III, 96, 133, 199. **Raumer**, Nieder-Schlefien, S. 72.

§. 22. Charpentier, Descript. géogn. des Pyrénées (Manufcript), §§. 35, 66, 89, 100, 105, 141 — 167; Id., Mém. sur le gisement des gypses de Bex, im naturwiffenfchaftl. Anzeiger der Schweizer. Gefellfch. 1819, N.° 9, S. 65. **Raumer**, Fragmente, S. 10, 32, 74; Derf., Verfuche, S. 41. **Buch**, Norwegen, II, 281; Derf., im Magaz. natf. Freunde, 1809, S. 175. **Meineke und Keferftein**, Tafchenb., S. 63. **Hausmann**, Norddeutfche Beitr., II, 77, IV, 653; Derf., Reife durch Scandinavien, II, 239. **Engelhardt**, Fels-Gebäude Rußlands, I, 37. **Keferftein**, Deutfchland, geognoftifch dargeftellt, I, 136. **Eschwege**, Brafilien, II, 258. Maclure, Géol. des États-Unis, p. 24. Brongniart, Notice sur l'histoire géogn. du Cotentin, p. 17; Id., Crustacés

fossiles, p. 46 — 63. Beudant, Hongrie, III. 76, 578. Saussure, Alpes, §. 501. **Wahlenberg**, in Acta Soc. Uspal., VIII, p. 19. **Link**, Urwelt, S. 2. Castelazo, de la riqueza de la Veta Biscaina (Mexico, 1820), p. 9. Humboldt, Essai politique sur la Nouvelle-Espagne, II, p. 534, 537, 519 — 526.

§§. 23 und 24. Del Rio in der Gazeta de Mexico, XI, 416. Humboldt, Essai polit., II, 494, 521, 581, 583. Beudant, Hongrie, II, 157; III, 67 — 124, 148. Boué, Écosse, p. 147. Burkhardt, Travels in Syria, 1822, p. 493, 567. **Raumer**, Fragmente, S. 24 — 26, 37, 48. **Hausmann**, in **Moll's** neuen Jahrb. d. B. u. H. K. I, 34. **Buch**, Norweg., I, 96 — 144.

§. 25. Boué, Écosse, p. 94, 358. Palassou, Supplément aux mémoires pour servir à l'hist. nat. des Pyrénées, p. 139 — 153. Brongniart, sur les Ophiolithes, p. 26, 46, 56, 59, 61.

§. 26. Beudant, Hongrie, II, 575 — 580, 584 — 594; III, 171, 184, 194, 204. Geolog. Trans., IV, p. 9. Annales des Mines, III, p. 45 et 568. **Steffens**, geognost. Aufs., S. 11. **Buch**, Beobacht., I, S. 104, 157. **Heim**, geognost. Beitr. zur Kenntn. d. Thüring. Waldes, II, 5te Abthl., S. 236. Conybeare and Philipps, Geolog. of England, I, 298, 312, 324 — 370.

§. 27. Humboldt, Géogr. des plantes, p. 128; Idem, Essai polit., II, 589.

§. 28. **Escher**, in **Leonh.** Taschenb., 1807, S. 347; Derf., in der neuen Züricher Zeitung, 1821, N.° 60, S. 237. **Uttinger**, in **Leonh.** Taschenb., 1819, S. 42. **Keferstein**, Deutschland, III, 259, 263, 273, 340, 372, 390, 407. **Mohs**, in **Moll's** Ephemeriden der B. und H. K., 1807, S. 161. **Lupin**, daselbst, 1809, S. 359. Ramond, Voy. au sommet du Mont-perdu, p. 15, 26. Traill, in Geolog. Trans., III, 138. Bibl. univ., XIX, 38. Buckland, on the structure of the Alps, p. 9. **Buch**, geognost. Beob., I, 153 — 171, 194, 216, 256. **Freiesleben**, Kupferfch., IV, 284. Tondi, in Lucas Tabl. méth. des esp. minér., II, 243. **Hausmann**, Nord. Beitr., IV, 88. Jenaer Literatur-Zeit., 1813, S. 100. **Steffens**, geognost. Aufsätze, S. 49. Beudant, Hongrie, III, 231 — 237. Conybeare and Philipps, Engl. I, 301. Marzari Pencati, Cenni geologici, p. 21. Breislak, Sulla giacitura di alcune rocce porphyritiche e granitose, p. 25 — 35.

§. 29. Conybeare and Philipps, Engl., I, 61, 269. **Freiesleben**, Kupferfch., I, 90 — 188; IV, 276 — 284.

§. 30. **Freiesleben**, Kupferſch., I, 65, 89; IV, 295 — 317. **Raumer**, Verſuche, S. 112 — 115.

§. 31. **Hausmann**, Nord. Beitr., 1806, 1. Stück, S. 73, 98. **Freiesleben**, Kupferſch., I, 102 — 107; IV, 283, 293. CONYBEARE and PHILIPPS, Engl., I, 122. **Raumer**, Nieder-Schleſien, S. 121, 123, 153.

§. 32. **Humboldt**, über die unterirdiſchen Gasarten, S. 39. **Karſten**, min. Tab., S. 63 — 65. **Buch**, Landeck, S. 7; Derſ., im Helvetiſchen Almanach, 1818, S. 42. **Gilbert's** Annalen, 1806, St. 5, S. 35. **Eſcher**, naturwiſſenſchaftl. Anzeigen der Schweiz. Geſellſchaft. Jahrg. IV, S. 29. CHARBAUT, Mém. sur la géologie des environs de Lons-le-Saunier, p. 7, 9, 24, 27. **Merian**, Beſchaffenh. der Gebirgsbild. von Baſel, S. 23, 36, 46, 88.

§. 33. CONYBEARE and PHILIPPS, Engl., I, 127 — 164.

§. 34. BRONGNIART et CUVIER, Descr. géol. des environs de Paris, 1821, p. 10 — 17, 68 — 101. **Steffens**, geognoſt. Aufſätze, S. 121. **Raumer**, Verſuche, S. 85, 116. CONYBEARE and PHILIPPS, Engl. I, 60 — 126.

§. 35. BONNARD, Terrains, p. 226. BRONGNIART, Descr. géol., p. 17 — 28, 102 — 122. CONYBEARE and PHILIPPS, Engl., I, 37 — 57. **Raumer**, Verſuche, S. 120 — 122. BEUDANT, Hongrie, III, 242 — 264. LARDY, dans la Bibl. univ., Mars 1822, p. 180, 183. **Keferſtein**, Deutſchland, I, 46. **Freiesleben**, Kupferſchiefer-Geb., V, 255, ADOLPHE BRONGNIART, Classific. des végétaux fossiles, p. 54.

§. 36. BEUDANT, Hongrie, III, 264 — 282. BRONGNIART, Descr. géol., p. 29 — 38, 123 — 203.

§. 37. **Raumer**, Verſuche, S. 123 — 125. BRONGNIART, Descr. géol. p. 38 — 50, 203 — 263.

§. 38. **Raumer**, Verſ., S. 125. D'AUBUISSON, Géognosie, II, 414, 417. BRONGNIART, Descr. géol., p. 50 — 56, 264 — 274. BONNARD, Terrains, p. 217.

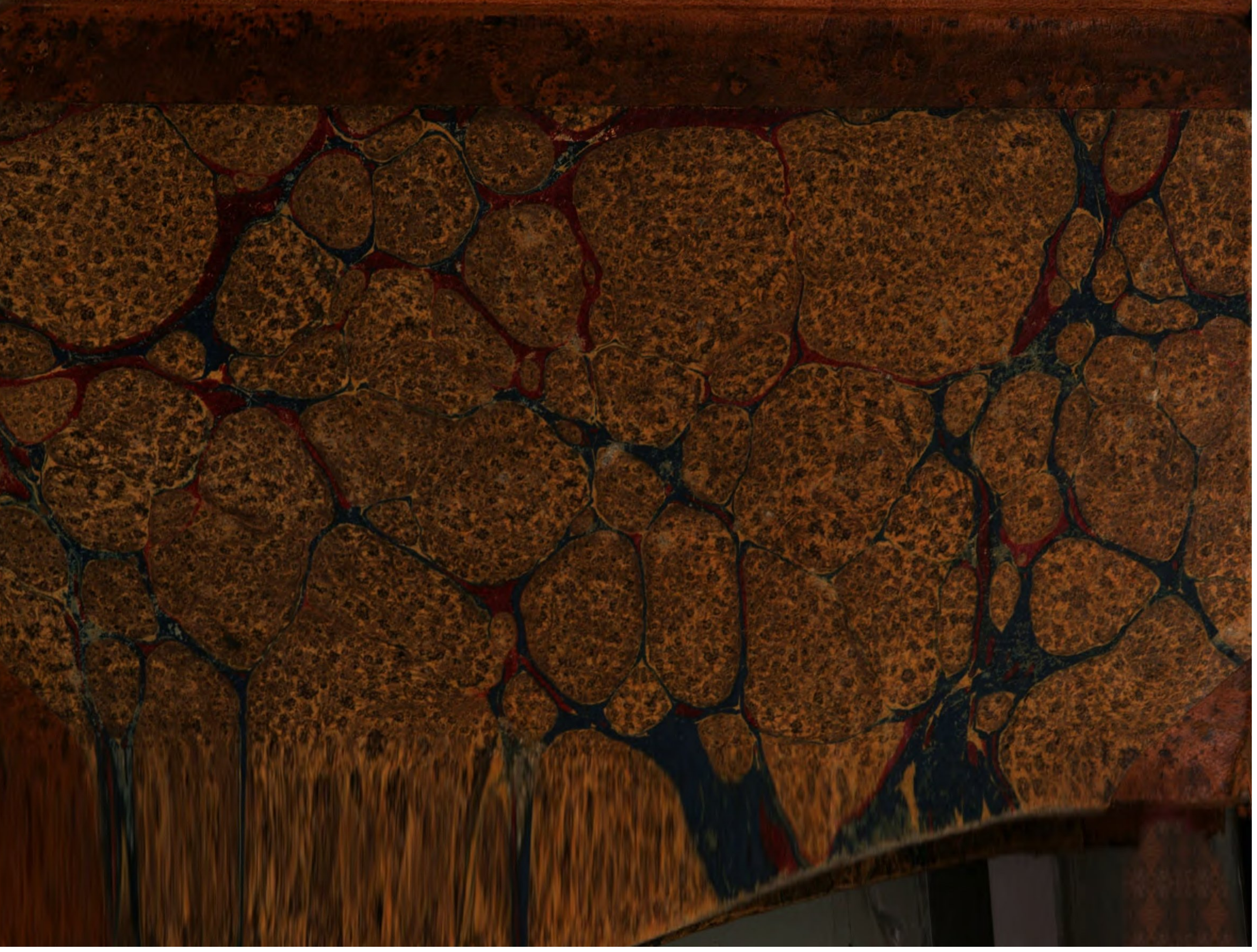
§. 39. BRONGNIART, Descr. géol., p. 57 — 60, 275 — 320. BEUDANT, Hongrie, III, 282 — 288.

§. 40. **Buch**, Geognoſt. Beob., II, 172 — 190; Derſ., im Berlin. Magaz. naturf. Fr., 1809, S. 299 — 303. Mém. de Berlin, 1812, p. 129 — 154. FLEURIAU DE BELLEVUE, Journ. de phys., LI et LX. CORDIER, Mém. sur les substances minérales, dites en masse, qui entrent dans la composition des roches volcaniques, p. 17 — 69. BUSTAMANTE, sobre las lavas del Padregul de San Augustin de la Cue-

vas, dans le Seman. de Mexico, 1820, p. 80. **Leonhard, Propädeutik,** S. 168 — 175. Ramond, Nivellement barométrique et géognostique de l'Auvergne, p. 32 — 45. Breislak, Introd. à la géologie, I, 234, 261, 316. **Heim, Thüringer-Wald,** S. 229. **Singer, in Karsten's Archiv für Bergbaukunde,** III, 88. Robiquet, dans les Annales de physique et de chimie, XI, 206. **Nose, Niederrhn. Reise,** II, S. 428. Boué, Écosse, p. 219 — 287. Beudant, Hongrie, III, 298 — 644. Humboldt, Essai sur la géographie des plantes, et tableau physique des régions équinoxiales, p. 129; Id., Essai polit., I, 249 — 254; Id., Nivellem. géogn. des Cordillères, dans le Recueil d'observ. astron., I, 309 — 311, 327, 332; Id., Recueil d'obs. de zool. et d'anat. comparée, I, 21; Id., Relat. hist., I, 91, 116, 129, 133, 136, 148, 151, 153 — 155, 171, 176, 180, 308, 312, 394, 640; II, 4, 14, 16, 20, 25, 27, 39, 452, 515, 565, 719.

Ende.

Bayerische
Staatsbibliothek
München



BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Humboldt, Alexander <<von>>,

Geognostischer Versuch über die Lagerung der Gebirgsarten in beiden Erdhälften

Straßburg 1823
BHS II C 89
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10706949-0